تدريس التكنولوجيا الحيوية

دكتورة

تفيده غانم

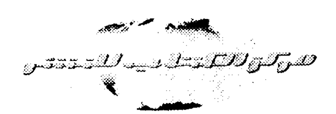
الطبعة الأولى

١٤٢٨هـ - ٢٠٠٧م

مركز الكتاب للنشر

الطبعة الأولى

١٤٢٨هـ - ٢٠٠٧م

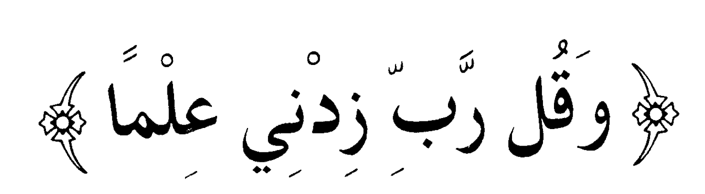


مصـر الجديـدة: ٢١ شـارع الخليفـة المأمـون - القاهـرة
تليفـون: ٢٩٠٨٢٠٣ - ٢٩٠٦٢٥٠ - فاكـس: ٢٩٠٦٢٥٠

مدينة نصر: ٧١ شارع ابن النفيس- المنطقة السادسة - ت: ٢٧٢٣٣٩٨

http://www.top25books.net/bookcp.asp.
E-mail:bookcp@menanet.net

بسم الله الرحمن الرحيم



[طه : ١١٤]

فهرس الكتاب

الموضوع	رقم الصفحة

فهرس الكتاب ٥

مقدمة الكتاب.. ٧

الفصل الأول: أهمية تدريس التكنولوجيا الحيوية فى التعليم العام

"رؤية بحثية"

مقدمة الفصل الأول ١٣

أهمية تدريس التكنولوجيا الحيوية فى المرحلة الثانوية ١٤

دراسات وبحوث فى تدريس التكنولوجيا الحيوية ١٧

الفصل الثانى: محتوى التكنولوجيا الحيوية وتنظيمه

"المفاهيم والتطبيقات والقضايا"

مقدمة الفصل الثانى ٣٥

تعريف التكنولوجيا الحيوية ٣٦

مفاهيم المدخل للتكنولوجيا الحيوية ٣٧

مفاهيم أساسيات التكنولوجيا الحيوية ٥٤

مفاهيم تخصصية فى التكنولوجيا الحيوية ٦٥

مفاهيم التقنيات الحيوية ٧٣

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية ٨٦

القضايا المعاصرة المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية ١٠٥

تنظيم محتوى التكنولوجيا الحيوية ١١١

الفصل الثالث: استراتيجية تدريس التكنولوجيا الحيوية

فى ضوء مدخل المفاهيم وربط التطبيقات التكنولوجية بقضايا المجتمع

تدريس التكنولوجيا الحيوية فى ضوء مدخل المفاهيم ١٢٣

طبيعة المفهوم ١٢٥

استراتيجيات تعلم المفاهيم ١٢٨

أساليب ربط المفاهيم ١٣٢
نماذج اكتساب المفاهيم العلمية ١٣٤
تدريس التكنولوجيا الحيوية فى ضوء مدخل STS ١٣٧
مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع STS ١٣٨
استراتيجية تدريس التكنولوجيا الحيوية ١٤٠
اعتبارات تنفيذ التدريس ١٤٢
أدوار المعلم ١٤٣
استخدام المصادر التعليمية ١٤٨
إدارة الفصل أثناء الدرس ١٥٢
طـرق التـقويـم ١٥٧

الفصل الرابع

أفكار وأمثلة تعليمية للمعلم

أولاً: مثال لتجربة عملية "تجربة استخلاص DNA من بذورالبسلة الخضراء مع
صور من التطبيق الميدانى" وورقة عمل الطالب ١٦٧
ثانياً: نموذج لاختبار المفاهيم البيولوجية مع مفتاح التصحيح ١٧٣
ثالثًا: مواقع البحث على الشبكة الدولية للمعلومات ١٩٣
رابعًا: مثال لخريطة مفاهيم ١٩٤
خامسًا: مراجع علمية وتربوية ١٩٦
خاتمة الكتاب ١٩٩
مراجع الكتاب ٢٠١

مقدمة الكتاب

إن نمو المفاهيم البيولوجية وتطورها السريع فى ظل التطور العلمى الحادث فى شتى مجالات الحياة، وانتشار الجدل حول القضايا الأخلاقية المتعلقة بهذه المفاهيم من خلال العديد من وسائل الإعلام، ووضوح أهمية وارتباط هذه المفاهيم والقضايا البيولوجية بحياه الإنسان، يدعو إلى زيادة الاهتمام بتدريس هذه المفاهيم والقضايا البيولوجية مع التأكيد على تطبيقاتها المختلفة، وتأثيراتها المتنوعة فى جوانب حياتنا. ويدعو أيضا إلى البحث عن طرائق وأساليب وأنشطة التدريس المتنوعة والفعالة فى تدريس هذه المفاهيم والتطبيقات والقضايا الحديثة فى المراحل التعليمية المختلفة. ولكن على الرغم من ذلك نجد أن تدريس العلوم البيولوجية فى مراحل التعليم المختلفة وخاصة فى المرحلة الثانوية، التى تعد المرحلة التى تدرس فيها مادة العلوم البيولوجية كمادة مستقلة، والتى يتميز تفكير الطلاب فيها بالربط المنطقى باستخدام مختلف العمليات المنطقية الشكلية، كما تتميز بوضوح الصيغة الإجمالية العامة اللازمة للقيام بالتجريب العملى المضبوط، نجد أن المعلم ما زال يركز على تدريس المفاهيم بصورة نظرية دون الاهتمام بالجوانب العملية والتطبيقية لهذه المفاهيم ودون التركيز على مناقشة القضايا المتعلقة بها، وذلك بالإضافة إلى أنه ما زال يستخدم الطرق التقليدية التى تركز على الحفظ والتلقين دون الاهتمام بالطرائق والأساليب والأنشطة التدريسية الفعالة فى تنمية فهم الطلاب لهذه المفاهيم.

وحيث أن المعلم هو الدعامة الأساسية فى عملية التعليم، وكذلك هو الموجه الرئيسى والميسر لاكتساب الطلاب الثقافة والعلوم وطرق التفكير فإنه من الضرورى أن نمد المعلم بكل ما هو جديد فى مجال تخصصه من الناحية الأكاديمية متمثلا فى تزويده بالمفاهيم والقضايا البيولوجية المثارة على الساحة العلمية والإعلامية. كما أنه

من الضرورى أيضا تزويده بطرائق وأساليب وأنشطة تدريس هذه المفاهيم بصورة فعالة بهدف زيادة فهم الطلاب لهذه المفاهيم والقضايا، وكذلك تنمية عمليات ومهارات التفكير العليا لديهم.

وهذا الكتاب محاولة متواضعة لتقديم موضوع التكولوجيا الحيوية لمعلم مادة الأحياء في صورة علمية وتربوية تساعده على تعميق فهمه لموضوعات التكنولوجيا الحيوية وتطبيقاتها والقضايا المتعلقة بها فى الوقت المعاصر، كما تساعده على تطبيق أنشطة تعليمية متعددة فى هذا المجال. وذلك من خلال استغلال جميع قدرات ومهارات المعلم فى التدريس الفعال. والهدف من ذلك زيادة التفاعل بين المعلم والطلاب وتحقيق نتائج تربوية نفتقدها هذه الأيام فى المدرسة الثانوية.

ويشتمل هذا الكتاب فى الفصل الأول على: توضيح أهمية تدريس التكنولوجيا الحيوية بصورة عامة وأهمية تدريسها فى المدرسة الثانوية بصورة خاصة. وكذلك أهمية تدريب المعلم على تدريس التكنولوجيا الحيوية بأساليب فعالة. وذلك من خلال عرض نتائج مجموعة من البحوث التى تؤيد ذلك وتلقى الضوء على المعلم، واستراتيجيات التدريس، والمحتوى، والجانب العملى، القضايا والتضمينات الاجتماعية.

وفى الفصل الثانى: نستعرض تعريف التكنولوجيا الحيوية، من خلال عرض المفاهيم الرئيسة بها والتى تشتمل على مفاهيم المدخل للتكنولوجيا الحيوية، ومفاهيم أساسيات التكنولوجيا الحيوية، ومفاهيم تخصصية فى التكنولوجيا الحيوية. مع تدعيم الشرح برسوم تخطيطية، وصور ميكروسكوبية، وصور معملية، حصلت عليها من المراجع العلمية والزيارات الميدانية لمعامل التكنولوجيا الحيوية ومن الشبكة الدولية للمعلومات وسوف يتم سرد جميع المصادر فى قائمة مراجع الكتاب.

ثم نتناول تطبيقات التكنولوجيا الحيوية والقضايا المعاصرة المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية فى مجموعة من المجالات الزراعية، والصناعية، والطبية، والبيئية، والاجتماعية والسياسية، وغيرها. وسوف نتناول فى نهاية الفصل كيفية تنظيم المفاهيم البيولوجية، والتطبيقات التكنولوجية، والقضايا البيولوجية فى موضوعات تعليمية مناسبة للتدريس. وإيضاح تنظيم المحتوى فى وحدات دراسية وتوزيعها بالمنهج المدرسى للمرحلة الثانوية.

وفى الفصل الثالث: نعرض تدريس التكنولوجيا الحيوية فى ضوء مدخل المفاهيم ونهتم بتناول طبيعة المفهوم، واستراتيجيات تعلم المفاهيم مثل: استراتيجية الاستقراء، والاستنباط، والاستدلال، وخرائط المفاهيم. ثم نعرض بعض أساليب ربط المفاهيم المختلفة. ثم نعرض بعض نماذج اكتساب المفاهيم العلمية ومنها نموذج دورة التعلم ، ونموذج التعلم البنائى، ثم نعرض تدريس التكنولوجيا الحيوية فى ضوء مدخل STS ونعرض استراتيجية تدريس التكنولوجيا الحيوية فى المرحلة الثانوية. ونفصل فيها يلى: اعتبارات تنفيذ التدريس، أدوار المعلم، استخدام المصادر التعليمية غير التكنولوجية، والتكنولوجية، ثم نعرض أساليب إدارة الفصل أثناء تنفيذ أنشطة الدروس، وطرق التقويم.

وأخيرًا: فى الفصل الرابع: نعرض أفكار وأمثلة تعليمية للمعلم تساعده فى إثراء التدريس. ونفصل له تجربة استخلاص DNA من بذورالبسلة الخضراء مع عرض صور من التطبيق الميدانى فى المدرسة، ونموذج لاختبار المفاهيم البيولوجية مع مفتاح التصحيح، ومجموعة من مواقع البحث على الشبكة الدولية للمعلومات المفيدة فى البحث وتصميم الأنشطة. ومثال لخريطة مفاهيم، ومجموعة من المراجع العلمية والتربوية.

د. تفيده غانم

الفصل الأول

أهمية تدريس التكنولوجيا الحيوية فى التعليم العام
"رؤية بحثية"

مقدمة الفصل الأول

إن التطور السريع والمتزايد فى مجال بحوث ودراسات العلوم البيولوجية وبخاصة علمى البيولوجيا الجزيئية والتكنولوجيا الحيوية، وما نجم عنهما من تكاثر فى المفاهيم، وزيادة فى درجة تعقيدها، بالإضافة إلى ظهور ما يسمى بالقضايا الأخلاقية والاجتماعية المرتبطة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية وغيرها من القضايا البيئية والسياسية واقتصادية، وما صاحبه من تأثيرات مختلفة فى جميع مجالات الحياة، يشير إلى ضرورة الاهتمام بهذه المفاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية خاصة فى مجال التربية.

ويشير (محمد شاهين، ١٩٩٨) إلى أن هناك ضرورة ملحة لدراسة المنجزات البيولوجية كعامل من العوامل المحددة لمستقبل الثقافة البشرية بوصفها دعامة أساسية من دعامات الثقافة العامة، والتى ينبغى أن يتزود بها كل معلم مهما كان تخصصه ليستطيع أن يواجه الحياة، وحتى يفهم نفسه ومحيطه الحيوى. ويؤكد ذلك على دور التربية فى إمداد المتعلمين بروافد الثقافة البيولوجية وتطبيقاتها الحيوية، وكذلك مساعدة الفرد على تكوين صورة ناقدة للقضايا الأخلاقية والاجتماعية المرتبطة بهذه المفاهيم وتطبيقاتها، ويذكر (أحمد شوقى،١٩٩٥) أن الإنجازات البيولوجية المعاصرة أظهرت الحاجة إلى تربية جديدة تلائم العالم الجديد الذى نعيش فيه من ناحية، وإلى دستور أخلاقى لتطبيق منجزات البيولوجيا والوراثة من ناحية أخرى.

أهمية تدريس التكنولوجيا الحيوية فى المرحلة الثانوية

تعتبر المرحلة الثانوية العامة مرحلة أساسية فى الانتقال بمستوى تفكير الطلاب إلى مستويات أكثر تعقيدًا وتميزًا، وتتسم الخصائص العقلية لطلاب هذه المرحلة وكما يوضح (فؤاد أبو حطب، وآمال صادق، ١٩٩٠) بأن المراهق فى هذه المرحلة يبدأ فى التفكير على مستوى النظرية، كما يتميز تفكير الفرد باستخدام العمليات الصورية أو الشكلية، كما يصبح التفكير الفرضى الاستنباطى ممكنا، ويصبح التفكير فى هذه الحالة حول القضايا، وليس حول الحقائق ويعمل المراهق فى هذه الحالة بأقصى قوته العقلية فيستخدم الأسلوب العلمى فى حل المشكلات، ويستخدم استراتيجيات أكثر تطورًا كمعينات للذاكرة، ويصبح قادراً على التفاعل مع المطالب التربوية والمهنية المعقدة. من هنا نجد أن الطلاب فى هذه المرحلة ذو قدرة عالية على الفهم والتفكير والنقد والتحليل، وحل المشكلات، مما يتطلب معه ضرورة تقديم المفاهيم والقضايا بصورة أكثر انفتاحًا مما يتيح لهم الحرية فى التفكير وعدم التقيد عند إصدار الأحكام، والقدرة على تكوين الفروض والاستنباط وذلك من خلال معالجة وتنظيم المعلومات، وليس فقط بحفظها واسترجاعها.

ويشير (فتحى الزيات، ١٩٩٥) إلى أن مرحلة العمليات الشكلية تتميز بنوع من التفكير يقوم على الافتراضات، ويكون من النوع الفرضى الاستنباطى، كما أنه يتكون من عمليات من الدرجة الثانية والتى تجرى على نتائج العمليات العيانية لإعادة صياغتها إلى افتراضات يتبعها الفرض المنطقى باستخدام مختلف العمليات المنطقية الشكلية، كما أنه يقوم على أساس الصيغة الإجمالية العامة اللازمة للقيام بالتجريب العملى المضبوط.

ونريد أن نشير إلى أهمية تدريب معلمى العلوم البيولوجية على تدريس المفـــاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية المعاصرة لطلاب المرحلة الثانوية، ومعلم البيولوجى فى الواقع لا يختلف فى نوعيته كثيرًا عن محتوى المادة الدراسية المقدمة لطـــلاب المرحلـــة الثانوية، وذلك لأنه مازال يقتصر فى تدريسه على عرض المفاهيم بصورة مجـــردة دون الاهتمام باستخدام أساليب تدريسية وأنشطة تعليمية متنوعة تؤدى إلى تنميـــة الفهـــم ومهارات التفكير العليا لدى الطلاب. ولتطوير كل هذا لابد وأن يـــضطلع النظـــام التعليمى بأكمله بمجموعة من المسئوليات الجسيمة فى هذا المجال، والتى تنصب فى المقام الأول على عاتق المعلم، والذى يعد الدعامة الأساسية لهذا النظام، فهو محـــور عمليـــة التعليم والتعلم، كما أنه القناة الرئيسة التى تنتقل فيها أفرع الثقافة المختلفة وأســـاليب التفكير لجميع الطلاب الذين يتأثروا به تأثرًا كبيرًا. ومن هنا كان لإعداد المعلم وتدريبه المقام الأول من الأهمية فى نظام التعليم بـــهدف إمداده بكل ما هو جديد وفعـــال فى مجال العلوم والتربية مما يحقق التنمية العلمية والاجتماعية فى الوسط التعليمى.

ويؤكد على ذلك (أحمد النجدى، ١٩٩٩) بقوله إن معلم العلـــوم فى الحاضـــر يواجه تحديات عديدة أهمها ما يلى:

١- التطور الكمى والكيفى للمعرفة الإنسانية التى تتسم بالسرعة والتعقيد.

٢- تغير الدور الإنتاجى بسبب ظهور التكنولوجيا وظهور الحاجة الشديدة إلى البحث العلمى وتوفير الطاقة الإنسانية المدربة تدريبا عاليًا.

٣- تعقد الخبرة الإنسانية المدربة تدريبا عاليًا.

٤- التطور العلمى والتكنولوجى من أجل تخليق مواد بديلة.

٥- ازدياد استخدام وسائل الإعلام وتأثيرها على الأفراد.

ويشير هذا إلى تغير دور المعلم وازدياد الحاجة إلى توجيه دوره إلى إعداد أجيال قادرة على استيعاب التكنولوجيا الحديثة، وقادرة على حل المشكلات الناجمة عنها وتحسين نوعية الإنتاج وتوفير قوى الإبداع وقدرات التفكير الناقد.

ويرى (حمدى عبد الله، ١٩٩١) أن هناك قصورًا كبيرًا فى التخطيط لإعداد البرامج التدريبية لمعلمى التعليم الثانوى العام أثناء الخدمة، ويرجع هذا إلى أن التخطيط للتدريس لا يتم بصورة علمية سلمية تضمن استمرار نموهم العلمى والمهنى والمهارى، وبالنسبة لمعلمى الأحياء فإن هناك موضوعات ومهارات مهمة لابد من التدريب عليها وتشير الدراسة الميدانية إلى عدم تحقق الموضوعات التدريبية الأكاديمية المتصلة بالتاريخ الطبيعى وعدم تنفيذ المهارات والكفايات التدريسية المتصلة بتطبيقها فى الواقع الفعلى، والقصور فى مستوى التجهيزات المادية المستخدمة والتى لا يتاح من خلالها إتقان المهارات العلمية والمهنية لدى المعلمين.

ويذكر (السيد السايح، ١٩٩٧) أن الهدف من إعداد معلم العلوم فى القرن الحادى والعشرين يتمثل فى اكتساب مهارات التعلم الذاتى ليتمكن من متابعة الجديد فى تخصصه وتحقيق النمو المهني عن طريق التعليم المستمر كذلك اكتساب وتنمية كفاءات التفكير العلمى، والتفكير الابتكارى، وأساليب حل المشكلات، بطرق علمية تستمد منابعها من الدراسة العلمية.

كما يؤكد (نبيل عامر، ١٩٨١) على أن النمو المهني للمعلم يعني اكتسابه المهارات المعرفية والميدانية لرفع مستوي أدائه وأن يكون لنفسه مهارات التفكير الناقد ليواجه المشكلات التي قد يواجهها في عمله، كما أن الهدف من برامج التدريب هو رفع مستوي أداء المعلمين في المادة والطريقة وتحسين اتجاهاتهم وتطوير مهاراتهم العلمية ومعارفهم وزيادة مقدرتهم علي الإبداع والتجديد.

ويذكر (إدوارد دى بونو ،١٩٨٩) أنه نظرًا لأن المعلم هو محرك عملية التعلم لدي الطلاب بما يملكه من طرق وأساليب تدريسية تعتبر الأساس لظهور نمط من التفكير أو اختفائه لدي المتعلمين، وذلك من خلال تناول موضوعات المحتوي الدراسي، فإنه قد يكون صحيحا أن المعلم الذي يمتلك عمليات التفكير يمكن أن يستخدم موضوعات المحتوي من أجل تعليم التفكير، إلا أن عليه أن يبذل جهدًا مدروسًا لتركيز الانتباه على العمليات وبلورة المناقشة المستفيضة للمحتوى فى النهاية لتأخذ شكل مهارات تفكير ذات قدرة على التأثير، ويرجع ذلك إلى قصور موضوعات المحتوى فى كونها طريقة فى تعليم التفكير.

دراسات وبحوث فى تدريس التكنولوجيا الحيوية

١- فى مجال المعلم

تشير مجموعة من الدراسات إلى أهمية إعداد المعلمين بمجموعة كبيرة من مهارات التدريس ومنها دراسة (سمية عزمى، ١٩٩٤) التى تشير إلى أهمية إمداد معلمى العلوم بطرائق التدريس التى تسهل عملية تعلم المفاهيم، واكتساب مهارات عمليات العلم عن طريق استخدام التجريب والاستقصاء، كما تشير دراسة (Clemmith & Maria, 1991)، ودراسة (عزة شديد ،١٩٩١) إلى أهمية تدريب المعلمين على مهارة طرح الأسئلة، وتشير دراسة (AbuBakar,1995) إلى أهمية إمداد المعلم بطرائق التدريس والتقويم، وتدريبه على فهم أهداف المحتوى وتشجيعه على التنمية العلمية الذاتية فى مجال تخصصه ليصبح ملما بالمستحدثات فى مجال المعلومات وتطبيقات العلم والتكنولوجيا. ودراسة (حمدى عبد الله ،١٩٩١)، التى توصلت إلى أن من ضمن الاحتياجات التدريبية لمعلمى المرحلة الثانوية فى مجال البيولوجى التدريب على مفاهيم الهندسة الوراثية ودورها فى حل مشكلات الإنسان فى المستقبل. أما

دراسة (أحمد شبارة، ١٩٩٨) فقد اهتمت بتدريب المعلمين أثناء الخدمة وهـدفت إلى تصميم برنامج قائم على مدخل التحليل الأخلاقى بـهدف تنميـة فهـم معلمـى البيولوجيا فى أثناء الخدمة لبعض القضايا البيوأخلاقية كذلك تنمية اتجاهاتـهم نحوهـا من خلال تصميم برنامج تدريبى باستخدام أسلوب الدورات التدريبية المنفصلة.

وتؤكد الدراسات الحديثة تدنـى مستوى معلمى البيولوجى فى فهـم المفـاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية المعاصرة ويتضح ذلك من خلال نتائج دراسة (محمـد عبد الرازق ،٢٠٠٣) التى أجريت عن مدى تحقيق برنامج الإعداد الأكاديمى الحـالى لمعلم البيولوجى لمتطلبات التنور البيولوجى للقرن الحادى والعشرين، مع اقتراح برنامج لتحقيق هذه المتطلبات. وقد اشتمل مقياس التنـور البيولـوجى علـى ٥٦ متطلبًـا للتكنولوجيا الحيوية كالآتى: ١٨متطلبًا فرعيًا للتنور العام، و٣٨ متطلبًا فرعيًا للتنـور النوعى، كما تضمن المقياس على متطلبًا عن الاتجاهات نحو تطبيقـات التكنولوجيـا الحيوية. وفى عرض النتائج جاء أن تناول محتوى مقررات برنامج الإعداد الأكـاديمى لمعلم البيولوجى لمتطلب التكنولوجيا الحيوية والاتجاهات نحو تطبيقـات التكنولوجيـة الحيوية كان منخفضًا بنسبة ٤,٨٧ للتنور العام، و ٢,٤٣ للتنور النـوعى. وبالنـسبة للاتجاهات جاءت منخفضة بنسبة ٢,٩٢٪ للتنور العام. أما بالنسبة لتناول المقـررات لمتطلبات التنور البيولوجى بالنسبة لموضوعات التكنولوجيا الحيوية فقد جـاء بنـسبة منخفضة وهى ٤٢٪ منها ٢٤٪ للتنور العام، و١٨٪ للتنور النوعى.

وعن الدراسات التى اهتمت بتدريب المعلمين على مجال التكنولوجيا الحيوية أثناء مرحلة إعداد المعلمين فقد وجدنا اهتمام دراسة (رجب الميهى، ٢٠٠٢) بوضع تصور لاستراتيجية مقترحة لتجهيز المعلومات وقياس فعاليتـها فى تـدريس المـستحدثات البيولوجية وقياس التحصيل والتغير فى القيم البيولوجية لدى الطلاب المعلمين. ودراسة

(منى عبد الهادى، ١٩٩٩) التى أوضحت مدى إسهام برنامج قائم على التعلم الذاتى فى تنمية فهم وقيم واتجاهات الطالبات المعلمات (شعبة بيولوجى) لبعض مستحدثات التكنولوجيا البيولوجية، والقضايا الأخلاقية المتعلقة بها باستخدام ستة موديولات تعليمية.

٢- فى مجال استرتيجيات وطرق التدريس

أما عن مجال طرائق وأساليب التدريس فهناك العديد من الدراسات التى أشارت إلى أهمية تطوير أداء المعلمين والبعد عن أساليب المحاضرة والمناقشة والعرض المعملى، والاتجاه نحو طرائق وأساليب أكثر فعالية فى تنمية مهارات حل المشكلات، ومهارات التفكير العليا، ومن هذه الطرائق والأساليب طريقة حل المشكلات وطريقة الاستقصاء وأساليب التجريب المعملى، واستخدام أوراق العمل، والتعلم للتمكن، واسترتيجيات تعلم المفاهيم، واستراتيجيات تعلم مهارات التفكير العليا مثل التفكير الابتكارى والتفكير الناقد. ومن هذه الدراسات، دراسة (يوسف السيد، ١٩٩٢)، ودراسة (محمود نصر،١٩٩٠)، ودراسة (وليد القفاص، ١٩٩٣)، ودراسة (سعيد يحيى،١٩٩٢)، ودراسة (فاطمة عيسى، ١٩٩١)، ودراسة (عبادة الخولى، ١٩٩٤)، ودراسة (إيزيس رضوان، ١٩٨٣) ، ودراسة (Duffy&Zeidller,1996). وفى مجال تدريس العلوم البيولوجية بصفة خاصة أجريت العديد من الدراسات ومنها دراسة (محمد صابر سليم ،١٩٩٠)، التى أشارت إلى ضرورة تدريس القيم البيولوجية فى الدول النامية على أن يكون الهدف من التدريس تحذير الطلاب وبيان الجوانب الأخلاقية لهذه القيم. ودراسة (إيزيس رضوان،١٩٩١)، التى أشارت إلى أهمية تدريس تطبيقات التكنولوجيا الحيوية وقضايا الأخلاقيات الحيوية لطلاب المرحلة الثانوية. أما

دراسة (أحمد شبارة، ١٩٩٨) اهتمت بتدريب المعلمين أثناء الخدمة باستخدام برنامج قائم على مدخل التحليل الأخلاقى.

ومن الدراسات التى اهتمت بتدريس مستحدثات البيولوجى من خلال طرق وأساليب تدريسية فعالة دراسة (رجب الميهى، ٢٠٠٢)، التى هدفت إلى وضع تصور لاستراتيجية مقترحة لتجهيز المعلومات وقياس فعاليتها فى تدريس المستحدثات البيولوجية عند اعتبار التحصيل والتغير فى القيم البيولوجية. وقد طبقت الاستراتيجية على ٢٤ طالبة من طالبات كلية التربية بالكويت تخصص علوم موزعة على أربع مجموعات وفقًا لأساليب تعلمهن وهذه الأساليب هى: أسلوب المعالجة العميقة، وأسلوب الدراسة المنهجية، وأسلوب استقصاء الحقائق، وأسلوب المعالجة المسهبة. وقد تضمنت الاستراتيجية أربع خطوات وهى كالتالى:

١- مرحلة إثارة انتباه الطلاب وتهيئة تركيبهم الفعلى.
٢- مرحلة فحص الموضوع وتحليله ودراسته.
٣- مرحلة تمثل الموضوع عن طريق استخدام خريطة المفاهيم والرسوم التخطيطية والبيانية.
٤- مرحلة التحقق من فهم الموضوع وتمثله جيدًا.

وقد أثبتت الإستراتيجية فعالية فى مجال تحصيل الطالبات واكتسابهم لمعلومات ومفاهيم المستحدثات البيولوجية وتطبيقاتها، كما تشير النتائج إلى تفوق مجموعة الدراسة التى تعلمت بأسلوب المعالجة العميقة عند مقارنتها بالأساليب الثلاثة الأخرى، والذى يتساوى فيه أثر باقى المجموعات: منهجى، وحقائقى، ومسهب. كما حققت الاستراتيجية المقترحة لتجهيز المعلومات فعالية عالية فى مجال اكتساب الطالبات للقيم البيولوجية مع عدم تغير القيم البيولوجية ونموها بتغير أسلوب التعلم.

٣- فى مجال المحتوى

إن من أهم الموضوعات المعاصرة فى مجال البيولوجى التى تستحق الاهتمام والبحث لتقديمهـــا للطلاب فى المدرســة الثانويــة بصورة تربويــة فعالة: موضوعات التكنولوجيا الحيوية المعاصرة، والتى أوضحت دراسة (Geis,2002) التى اهتمت بتحديد أهم الموضوعات المعاصرة أن موضوعات التكنولوجيا الحيوية قد حظيت بدرجة كبيرة من الأهمية فى المسح الذى أجرى باستخدام البريد الإلكترونى على ١٠٨ من القضايا العلمية والتكنولوجية الأوسع اهتمامًا، وقد جاء فى المرتبة الثانية قضية إصلاح التعليــم، ثم قضية حماية البيئــة وقضيــة التنميــة التكنولوجية، يليها قضية منع مرض السرطان.

وقد أجريت مجموعة من الدراسات عن تدريس المفاهيم البيولوجية المتعلقة بمجال التكنولوجيا الحيويــة لطلاب المرحلة الثانوية، وقــد أوضــحت هــذه الدراســات المفاهيــم المناسب تدريسهــا فى هذه المرحلــة، ومن هــذه الدراســات دراســة (Hepfer& et al, 1993)، التى تشير نتائجها إلى أهمية تقديم معلومــات أوليــة عــن البصمة الوراثية مع شرح الطرق والتطبيقات الخاصة بــها لطلاب المرحلة الثانويــة، ودراسة (Lee,1996)، التى أوضحت أن التكنولوجيا الحيوية تعتمد على التطــورات الحديثة فى علم البيولوجيا الجزيئية خاصة ما يختص بالهندسة الوراثية، ونظــرًا لحداثــة العلم وتطوره السريع فإن الشبكة الدولية للمعلومات تعتبر أحد المــصادر المهمــة فى الحصول على معلومات بشأن هذا العلم، وقد أوضحت الدراسة أيــضا أن المجــالات الرئيسة لدراسة التكنولوجيا الحيوية هى العمليات الحيوية، والهندسة الوراثية، والزراعة، والكيمياء الحيوية، والطب، والبيئة، والأخلاقيات الحيوية.

ومن الدراسات التي اهتمت بتطوير تدريس البيولوجي في المدرسة الثانوية وذلك من خلال تقديم مستحدثات علم البيولوجي دراسة (إيزيس رضوان ،١٩٩١) التي هدفت إلى تطوير منهج البيولوجيا في المرحلة الثانوية العامة في ضوء التكنولوجيا الحيوية، وقد قامت الباحثة بتحديد مفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يصلح تقديمها لطلاب المرحلة الثانوية، وقامت بإعداد قائمة لهذه المفاهيم وعرضها على المحكمين، ثم قامت بتحليل محتوى كتب الأحياء للصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية للحكم على ما تتضمنه هذه الكتب من مفاهيم التكنولوجيا الحيوية، ثم أعدت تصورًا مقترحًا لمشروع منهج الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية العامة في ضوء قائمة المفاهيم، وإعداد وحدة من مقرر الصف الثاني الثانوي بالتفصيل والتأكد من سلامتها بالعرض على المحكمين، وإعداد مقياس القيم البيولوجية والتأكد من صدقه وثباته وتطبيق المقياس والوحدة على عينة عشوائية من طلاب الصف الثاني الثانوي، وقد أوضحت نتائج البحث وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوى٠,٠١ لصالح التطبيق البعدي لمقياس القيم البيولوجية لدى الطلاب الذين يدرسون وحدة في البيولوجيا متضمنة لبعض مفاهيم التكنولوجيا الحيوية.

ونرى أن الدراسات السابق عرضها قد اتفقت على مجموعة من المفاهيم البيولوجية المتصلة بمجال التكنولوجيا الحيوية ومن خلال مراجعة هذه الدراسات وجدنا أن مفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يصلح تقديمها لطلاب المرحلة الثانوية، وكما قدمتها دراسة (Hepfer,1993) تتمثل في البصمة الوراثية، ودراسة (Lee,1996) تتمثل في العمليات الحيوية، والهندسة الوراثية، والزراعة، والكيمياء الحيوية، والطب والبيئة، والأخلاقيات الحيوية. ودراسة (إيزيس رضوان، ١٩٩١) متمثلة في: الهندسة الوراثية، وحمض DNA معاد التوليف، والتطعيم الجيني، وبنوك الخلايا الجنسية، والإخصاب خارج الرحم، والتغيير الوراثي، ومزارع الأنسجة،

والاندماج الخلوى، والتخمر، وتقنية الأجسام المضادة وحيدة التناسخ، والبلازميـــد، والإخصاب الخارجى من المتطوعين، والأمهات البديلة، ونقل الأعضاء وبنك الأعضاء البشرية، وتبريد طليعة الجنين (تجميد الأجنة)، وتفصيص خلايا طليعة الجين، والقتـــل رحمة بمتعذرى الشفاء، وإنتاج الحيوانات لاجينيًا، والـــبروتين الميكـــروبى، وخريطـــة الجينات، والهندسة الوراثية للحرب البيولوجيـــة، والتوجيـــه والإرشـــاد الـــوراثى، والتشخيص المبكر للعيوب الجنينية، وعلاج العيوب الجينية للأجنة، والتكاثر اللاجنسى فى الثدييات، والإجهاض، والإجهاض المبكر لطفل غير مرغوب فيه من حيث الجنس، والإجهاض المبكر لطفل يحمل مرضًا وراثيًا، والتخليق المعملى للجنيات، وتقرير الأبوة الحقيقية، والطاقة من النفايات، وتصدير الأجنة، والتخصيب المعملى، وتحديد النـــسل تأسيسًا على المعلومات الوراثية، وابتكار أنواع جديدة باستخدام الهندســـة الوراثيـــة، وأطفال بدون والدين، واندماج الأجنة، وإنتاج مواد مفيدة من الميكروبـــات المعدلـــة وراثيا، والإنزيمات، والهرمونات، والفيتامينات، والأحماض الأمنية، والأصباغ، وإنتاج الغاز الحيوى.

أما فى دراسة (رجب الميهى ،٢٠٠٢) وجدنا تناول المـــستحدثات البيولوجيـــة التالية: الجينوم البشرى وتطبيقاته، والعلاج الجينى، وبعض نماذج من العـــلاج الجـــينى لبعض الأمراض الوراثية، والاستنساخ، والجوانب الأخلاقية لتلك المـــستحدثات. وفى دراسة (منى عبد الهادى ،١٩٩٩) تناولت المستحدثات التالية تكنولوجيـــا الهندســـة الوراثية، وتكنولوجيا الاستنساخ، وتكنولوجيا العلاج بالجنيات، وتكنولوجيا التكـــاثر البشرى، وتكنولوجيا تنظيم النسل، وتكنولوجيا زراعة وصناعة الأعضاء البشرية.

٤- فى مجال الجانب المعملى

كما اهتمت البحوث بالجانب المعملى عند تدريس المفاهيم البيولوجية، ومن هذه البحوث دراسة (Moss&Solomon,1991)، التى أشارت إلى تبسيط تدريس زراعة الخلايا الحيوانية فى المدرسة الثانوية عن طريق عرض تجارب بسيطة توضح مبادىء أصلاح خلية الحيوان، ومفهوم نمو الخلية والفرق بين الخلايا العادية والخلايا السرطانية. ودراسة (Mayo&others,1993) التى أشارت إلى فعالية نشاط تعليمى غير مكلف مادياً يتضمن دورة واحدة لاستخلاص DNA بهدف تبسيط دراسة DNA وجعلها أقل تجريداً، وفيها يستخدم معالجة ميكروسكوبية لتحديد المرحلة التى تكون الخلية فيها جاهزة لاستخلاص DNA. ودراسة (Oakley,1994)، التى أشارت إلى أهمية استخدام بعض الأنشطة المعملية فى شرح الانقسام الخلوى وعزل الكروموسات، ودراسة (Mayo,1993)، التى أشارت إلى أهمية استخدام العمل المعملى فى عزل المادة الوراثية لطلاب المدرسة الثانوية.

٥- فى مجال القضايا والتضمينات الاجتماعية

وأكدت مجموعة من الدراسات والبحوث أهمية تدريس المفاهيم البيولوجية مرتبطة بتضميناتها الاجتماعية، وموضحة المشكلات الناجمة عن تطبيق تقنيات التكنولوجيا الحيوية فى مجالات الحياة المختلفة، ومن هذه الدراسات دراسة (McInerney,1989)، والتى تؤكد على تضمين التأثيرات الاجتماعية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية، والإعتبارات الحادثة نتيجة هذه التأثيرات عند تدريس التكنولوجيا الحيوية فى أى مرحلة عمرية.

ودراسة (ماجدة محمد يوسف ،١٩٩١)، التى هدفت إلى تحديد القضايا الاجتماعية التى يمكن تضمينها فى مناهج الأحياء بالمرحلة الثانوية، ووضع تصور مقترح لتدريس الموضوعات المرتبطة بالقضايا الاجتماعية المطروحة فى المنهج، وقد قامت الباحثة بتحديد القضايا الاجتماعية باستخدام أسلوب الدلفاى، وقد صممت الباحثة إختباراً لقياس وعى طلاب الصف الثالث الثانوى ببعض القضايا الاجتماعية ذات الأساس البيولوجى، ومقياس للتعرف على الاتجاهات نحو تلك القضايا، وقد أوضحت النتائج أن الطلاب لديهم وعى واتجاه نحو القضايا التى تم تضمينها فى المنهج المدرسى، بينما ضعف وعيهم وضحل اتجاههم لبعض القضايا التى لا يتم تضمينها وتدريسها بالمنهج المدرسى مثل القضايا المتعلقة بتطبيقات العلم والتكنولوجيا والقضايا المتعلقة بمجال الزراعة، واشتمل الإختبار والمقياس على ست قضايا وهى كالتالى: الإنسان والبيئة، والصحة والمرض، والزواج والتكاثر، ومستحدثات العلم والتكنولوجيا، والزراعة.

كما اهتمت دراسة (أحمد شبارة ،١٩٩٨)، بدراسة فاعلية برنامج قائم على مدخل التحليل الأخلاقى فى تنمية فهم معلمى البيولوجيا فى أثناء الخدمة لبعض القضايا البيوأخلاقية، كذلك تنمية اتجاهاهم نحوها من خلال تصميم برنامج يتضمن تدريب هؤلاء المعلمين على تدريس القضايا البيوأخلاقية باستخدام أسلوب الدورات التدريبية المنفصلة وقد تحددت الموضوعات البيوأخلاقية المتضمنة فى المحتوى العلمى للبرنامج من بين الموضوعات التى تمثل تطبيقات بيوتكنولوجية وتطبيقات فى مجال الهندسة الوراثية الأكثر جدلا. وقام المعلمون بدراسة المحتوى بالتعلم الذاتى ومن خلال نظام الدورات التدريبية المنفصلة، واستخدام مدخل التحليل الأخلاقى خلال جلسات المناقشة. وقد قام الباحث بتطبيق البرنامج على عينة قوامها ٥٢ معلماً من معلمى ومعلمات البيولوجيا بالمرحلة الثانوية خلال فترة زمنية قدرها ١٦ أسبوعًا بواقع ٣٢ لقاء، كل

لقاء ساعتان فى أثناء الخدمة فى ست مدارس ثانوية من محافظة دمياط. وقام الباحث بتطبيق اختبار فهم الموضوعات والقضايا البيوأخلاقية، ومقياس الاتجاهات نحو القضايا البيوأخلاقية، وجاءت النتائج لتؤكد فعالية البرنامج فى إكساب المعلمين المفاهيم والمبادئ الأساسية التى تساعدهم فى فهم تلك الموضوعات والقضايا الأخلاقية التى تثيرها وكذلك فعالية فى نمو الاتجاهات الإيجابية نحو القضايا البيوأخلاقية.

ودراسة (طاهرة صدقى راشد ،١٩٩٩)، التى هدفت إلى اكتساب مفاهيم الثقافة البيولوجية واكتساب الاتجاهات نحو بعض قضايا بيولوجيا جسم الإنسان لدى طلاب المرحلة الثانوية الصف الثانى الثانوى فى مجال بيولوجيا جسم الإنسان. وأعدت الباحثة برنامجاً يوضح طريقة السير فى تدريس موضوعات بيولوجيا جسم الإنسان لاكتساب مفاهيم الثقافة البيولوجية، واكتساب الاتجاهات نحو بعض قضايا بيولوجيا جسم الإنسان، وصممت الباحثة برنامجًا مقترحًا لتحسين تدريس الثقافة البيولوجية يتضمن برنامج كمبيوتر، وفيديو، وشفافيات، وبعض النماذج، واختبارًا للتعرف على الاتجاهات نحو بعض قضايا بيولوجيا جسم الإنسان، واختبار اكتساب مفاهيم الثقافة البيولوجية ذات العلاقة بقضايا ومشكلات بيولوجيا جسم الإنسان. وتكونت عينة البحث من فصلين من فصول الصف الثانى الثانوى كالآتى: مجموعة تجريبية من القسم الأدبى ومجموعة ضابطة من القسم العلمى. وقد أسفرت النتائج عن فعالية البرنامج التعليمى فى إكساب الطلاب الاتجاهات نحو بعض قضايا بيولوجيا جسم الإنسان، وكذلك التعرف الى الاتجاهات نحو بعض قضايا بيولوجيا جسم الإنسان فى المجموعة التجريبية.

ودراسة (نوال شلبى، ٢٠٠٠)، التى قامت بدراسة عن تدريس الموضوعات البيولوجية ذات الطبيعة الجدلية فى مجال التكنولوجيا الحيوية باستخدام نموذج هاريسون

وبرامسون وفقًا لخمسة مداخل مختلفة للتفكير، وهى: القرار المسطح، والقرار أحـــادى البعد، والقرار ثنائى البعد، والقرار ثلاثى البعد، ووفقًا لأســاليب الــتفكير التاليــة: التركيبى، المثالى، والعملى، والتحليلى، والواقعى، وقد قامت الباحثة بدراسة أثر التفاعل بين كل من أساليب صنع القرار وطريقة دراسة الحالة على التحصيل وتنميــة اتخــاذ القرار فى بعض القضايا البيولوجية ذات الطبيعية الجدلية لدى طلاب المرحلة الثانويــة. وقد اختارت الباحثة مدخل دراسة الحالة بما يتضمن من أساليب تدريسية مثل: المناقشة فى مجموعات صغيرة، والمناظرة باستخدام أسلوب لعب الأدوار، والخــرائط المتتابعــة. وأعدت الباحثة كتابًا للطالب يتضمن الموضوعات الجدلية، ودليلاً للمعلم يتضمن أهمية تدريس هذه الموضوعات، والأهداف العامة لتدريسها، وزمن التدريس، والأهــداف الإجرائية لكل من الموضوعات، وإجراءات التدريس، والأنشطة المقترحة، والتقــويم. وبعد تطبيق طريقة التدريس على عينة قوامها ١٠٥من طلاب المرحلة الثانوية العامة فى مدرستين بمدينة دمنهور وتطبيق اختبار التحصيل، واختبار اتخــاذ القــرار، توصــلت الباحثة إلى عدة نتائج أهمها: وجود تفاعل دال بين كل من بروفيــل صــنع القــرار، وأساليب صنع القرار، وطريقة التدريس. ووجود فروق دالة إحصائياً بــين درجــات الطلاب الذين درسوا بالطريقة التقليدية والطلاب الذين درسوا باســتخدام مــدخل دراسة الحالة لصالح الأخير، ووجود فروق دالة إحصائيا بين أساليب صنع القرار لصالح الأسلوب المثالى، هذا فى حين أنه توجد فروق دالة إحصائيا ترجع لاختلاف بروفيــل التفكير، وذلك لكل من التحصيل واتخاذ القرار.

ودراسة (منى عبد الهادى ،١٩٩٩)، التى هدفت إلى دراسة مدى إسهام برنــامج قائم على التعلم الذاتى فى تنمية فهم وقيم واتجاهات الطالبــات المعلمــات (شــعبة بيولوجى) لبعض مستحدثات التكنولوجيا البيولوجية والقضايا الأخلاقية المتعلقة بــها، وقد استخدمت الباحثة ستة موديولات تعليمية فى تدريس البرنامج وهى:

١- تكنولوجيا الهندسة الوراثية وقد اشتمل على سبعة موضوعات فرعية.
٢- تكنولوجيا الاستنساخ وقد اشتمل على أربعة موضوعات فرعية.
٣- تكنولوجيا العلاج بالجنيات وقد اشتمل على أربعة موضوعات فرعية.
٤- تكنولوجيا التكاثر البشرى وقد اشتمل على تسعة موضوعات فرعية.
٥- تكنولوجيا تنظيم النسل وقد اشتمل على ثلاثة موضوعات فرعية.
٦- تكنولوجيا زراعة وصناعة الأعضاء البشرية وقد اشتمل على خمسة موضوعات فرعية.

وقد طبقت الباحثة الموديولات على عينة قوامها ٦٢ طالبة من الفرقة الرابعة شعبة بيولوجى، وتم تطبيق الإختبارات عليهم قبلياً وبعدياً، وقد جاءت النتائج لتوضح وجود فروق دالة إحصائياً بين نتائج التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار فهم المستحدثات البيولوجية فى نتائج المكونات المختلفة للاختبار كل على حدة. واتضح أن دراسة البرنامج كانت أكثر فعالية فى إكساب الطالبات اتجاهات نحو تدريس المستحدثات البيولوجية، كما ظهرت فروق ذات دلاله إحصائية بين التطبيقين القبلى والبعدى لمقياس القيم البيولوجية على جميع مكونات المقياس فيما عدا مكون العلاج.

ومن الدراسات السابقة يمكن استخلاص القضايا البيولوجية المعاصرة فقد حددتها (ماجدة محمد يوسف، ١٩٩١) فى القضايا الرئيسة التالية: الإنسان والبيئة، والصحة والمرض، والوراثة، والزواج والتكاثر، ومستحدثات العلم والتكنولوجيا، والزراعة، والصناعة، وشغل أوقات الفراغ، واستثمار موارد البيئة، ومتطلبات نمو الفرد، والحياة الجنسية. وفيما يتعلق بتطبيق مستحدثات العلم والتكنولوجيا جاءت القضايا التالية كموضوعات مهمة لتدريسها فى الصف الثالث الثانوى: التلقيح

الصناعى، وأطفال الأنابيب، وزراعة الأعضاء البشرية، وتجميد الأجنة، وتجميد الأمشاج، وزراعة الجينات ونسخ الجينات.

كما اشتملت دراسة (أحمد شبارة، ١٩٩٨) على القضايا الأخلاقية التالية: التحديد المسبق لجنس الجنين، وبنوك الطلائع المنوية والبويضات والأجنة، والاستنساخ البشرى، واستخدام الهندسة الوراثية فى الحرب البيولوجية، والتحكم فى الصفات الوراثية للمواليد، والتلقيح الصناعى، وأطفال أنابيب الإختبار، وتحسين النسل البشرى، وتأجير الأرحام، ونقل وزراعة الأعضاء البشرية.

وفى دراسة (نوال شلبى، ٢٠٠٠) تم تحديد القضايا البيولوجية ذات الطبيعة الجدلية وهى: هندسة التناسل، والتكاثر، وتشمل الإخصاب الطبى المساعد، والإخصاب خارج رحم الأم، والأم البديلة، والتبرع بالبويضات، وبنوك الحيوانات المنوية، واختيار جنس المولود، وتجميد الأجنة، والأجنة حيوانات تجارب، والاستنساخ، والتحوير الوراثى للكائنات الدقيقة والنباتات والحيوانات.

وعن متطلبات التنور البيولوجى لمعلمى العلوم فى مجال التكنولوجيا الحيوية توصلت دراسة (محمد عبد الرازق، ٢٠٠٣) إلى ٥٦ متطلبًا تتمحور حول مفاهيم التكنولوجيا الحيوية وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والمخاطر الناشئة عن استخدامات التكنولوجيا الحيوية والاتجاهات نحو تطبيقات التكنولوجيا الحيوية والقيم البيوأخلاقية.

وبالنظر إلى الدراسات نجد أنها أتفقت على مجموعة من المفاهيم البيولوجية المتصلة بمجال التكنولوجيا الحيوية ومن خلال مراجعة هذه الدراسات نجد أن مفاهيم التكنولوجيا الحيوية التى يصلح تقديمها لطلاب المرحلة الثانوية تتمثل فى: البصمة الوراثية، العمليات الحيوية، والهندسة الوراثية، والزراعة، والكيمياء الحيوية، والطب

والبيئة، والأخلاقيات الحيوية، وحمض DNA معاد التوليف، والتطعيم الجينى، وبنـــوك الخلايا الجنسية، والإخصاب خارج الرحم، والتغيير الـــوراثى، ومـــزارع الأنـــسجة، والاندماج الخلوى، والتخمر، وتقنية الأجسام المضادة وحيدة التناسخ، والبلازميـــد، والإخصاب الخارجى من المتطوعين، والأمهات البديلة، ونقل الأعضاء وبنك الأعضاء البشرية، وتبريد طليعة الجنين (تجميد الأجنة)، وتفصيص خلايا طليعة الجين، والقتـــل رحمة بمتعذرى الشفاء، وإنتاج الحيوانات لاجينيا، والـــبروتين الميكـــروبى، وخريطـــة الجينات، والهندسة الوراثية للحرب البيولوجيـــة، والتوجيـــه والإرشـــاد الـــوراثى، والتشخيص المبكر للعيوب الجنينية، وعلاج العيوب الجينية للاجنة، والتكاثر اللاجنسى فى الثدييات، والإجهاض، والإجهاض المبكر لطفل غير مرغوب فيه من حيث الجنس، والإجهاض المكبر لطفل يحمل مرضًا وراثيًا، والتخليق المعملى للجنيات، وتقرير الأبوة الحقيقية، والطاقة من النفايات، وتصدير الأجنة، والتخصيب المعملى، وتحديد النـــسل تأسيسًا على المعلومات الوراثية، وابتكار أنواع جديدة باستخدام الهندســـة الوراثيـــة، وأطفال بدون والدين، وأندماج الأجنة، وأنتاج مواد مفيدة من الميكروبـــات المعدلـــة وراثيا والإنزيمات، والهرمونات، والفيتامينات، والأحماض الأمنية، والأصباغ، وإنتـــاج الغاز الحيوى.

وبالنسبة للمستحدثات البيولوجية تناولت البحوث المستحدثات التالية: الجينـــوم البشرى وتطبيقاته، والعلاج الجينى، وبعض نماذج من العلاج الجينى لبعض الأمـــراض الوراثية، والاستنساخ، والجوانب الأخلاقية لتلك المستحدثات، وتكنولوجيا الهندســـة الوراثية، وتكنولوجيا الاستنساخ، وتكنولوجيا العلاج بالجنيات، وتكنولوجيا التكـــاثر البشرى، وتكنولوجيا تنظيم النسل، وتكنولوجيا زراعة وصناعة الأعـــضاء البـــشرية. وفيما يتعلق بتطبيق مستحدثات العلم والتكنولوجيا جاءت القضايا التالية كموضوعات

مهمة لتدريسها فى المرحلة الثانوية: التلقيح الصناعى، وأطفال الانابيب، وزراعة الأعضاء البشرية، وتجميد الأجنة، وتجميد الأمشاج، وزراعة الجينات ونسخ الجينات.

أما عن القضايا البيولوجية المعاصرة فقد تحددت فى القضايا الرئيسة التالية: الإنسان والبيئة، والصحة والمرض، والوراثة، والزواج والتكاثر، ومستحدثات العلم والتكنولوجيا، والزراعة، والصناعة، وشغل أوقات الفراغ، واستثمار موارد البيئة، ومتطلبات نمو الفرد، والحياة الجنسية. وبالنسبة للقضايا الأخلاقية تمثلت فى القضايا التالية: التحديد المسبق لجنس الجنين، وبنوك الطلائع المنوية والبويضات والأجنة، والاستنساخ البشرى، واستخدام الهندسة الوراثية فى الحرب البيولوجية، والتحكم فى الصفات الوراثية للمواليد، والتلقيح الصناعى، وأطفال أنابيب الإختبار، وتحسين النسل البشرى، وتأجير الأرحام، ونقل وزراعة الأعضاء البشرية، وهندسة التناسل، والتكاثر، وتشمل الإخصاب الطبى المساعد، والإخصاب خارج رحم الأم، والأم البديلة، والتبرع بالبويضات، وبنوك الحيوانات المنوية، واختيار جنس المولود، وتجميد الأجنة، والأجنة حيوانات تجارب، والاستنساخ، والتحوير الوراثى للكائنات الدقيقة والنباتات والحيوانات.

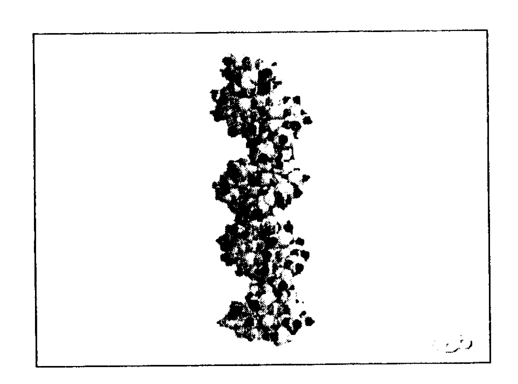
وعن متطلبات التنور البيولوجى لمعلمى العلوم فى مجال التكنولوجيا الحيوية فهناك ٥٦ متطلباً تتمحور حول مفاهيم التكنولوجيا الحيوية وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والمخاطر الناشئة عن استخدامات التكنولوجيا الحيوية والاتجاهات نحو تطبيقات التكنولوجيا الحيوية والقيم البيوأخلاقية.

وسوف نتناول فى الفصل القادم المفاهيم والتطبيقات والقضايا المتصلة بالتكنولوجيا الحيوية تفصيليًا.

الفصل الثانى

محتوى التكنولوجيا الحيوية وتنظيمه

"المفاهيم والتطبيقات والقضايا"



مقدمة الفصل الثانى

فى هذا الفصل نعرض ما توصلنا إليه من مفاهيم فى مجال التكنولوجيا الحيوية، ومجال البيولوجيا الجزيئية ومجال الكيمياء الحيوية ومجال الكائنات الدقيقة، وما يتصل بها من تطبيقات وقضايا بيولوجية، وذلك عن طريق استخلاص المفاهيم من الكتب الأصلية والمترجمة فى هذه المجالات، ومن هذه المراجع ما يلى:

أحمد شوقى حسن، وآخرون (١٩٨٧)، أحمد شرف الدين (٢٠٠١)، أحمد مستجير (١٩٩٨)، ر.س. ليوتين، (١٩٩٧)، زيدان عبد العال. (١٩٩٧)، زيدان هندى عبد الحميد، (٢٠٠٢)، سامية التمامى،(١٩٩٦)، عبد الباسط الجمل (١٩٩٨)، عبد الباسط الجمل، (١٩٩٩)، على محمد على عبد الله، (١٩٩٤)، محمد كمال البحر، فؤاد عبد الرحيم أحمد، محمود محمد صقر، (١٩٩٩)،

John E. ، Alberts B. and others (1997): Hepfer.C.E &others (1993) ،McInerney, J. D. (Ed.). (1990). ،McInerney, J.D (1989) ، Smith. 1988 Moss,R. & ،Mayo, L.T. and others (1993): ،Paolella, M.J. (1991). Rasmussen, A.M.& ،Oakley, Claire R. (1994): ،Solomon,S. (1991) Seidman Lisa A.,) ،Robert H. Tamarin, (2002) ،Matheson, R.H. (1990) .(2000

كما قمت بمقابلات شخصية مع مجموعة من أساتذة الوراثة والتكنولوجيا الحيوية فى العديد من المراكز البحثية المتخصصة والجامعات، وكذلك إجراء العديد من البحوث الإلكترونية فى العديد من جهات البحث المحملة على الشبكة الدولية للمعلومات والمذكورة فى المراجع.

تعريف التكنولوجيا الحيوية

التكنولوجيا الحيوية:

هى التكامل بين علم الكيمياء الحيوية، وعلم الكائنات الدقيقة، وعلم الهندسة الوراثية لتحقيق تطبيقات تعتمد على معالجة الكائنات الحية كاملة أو أجزاء منها باستخدام تقنيات عزل وتبديل ونقل الجينات الوراثية بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية رغبة فى زيادة قدرة عمليات الكيمياء الحيوية لهذه الأنواع فى إنتاج مواد مرغوبة لاستخدامها فى أغراض زراعية، وصناعية، وطبية، أو لتحسين خصائص هذه الأنواع.

وبصيغة أخرى يمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية على أنها: مزيج من المعلومات والطرق والمعدات المتكاملة والمأخوذة من علوم عديدة أهمها: علم الكيمياء الحيوية، وعلم الكائنات الدقيقة، بهدف تطبيقها لإنتاج مواد مرغوبة تستخدم فى الأغراض الزراعية، والصناعية، والطبية، ولتحسين صفات الأنواع الحيوية الموجودة بالفعل، أو لإنتاج أنواع جديدة تحمل صفات مرغوبة. ويتم ذلك باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية مثل: تقنية DNA معاد الاتحاد، أو باستخدام تقنيات الأجسام المضادة أو باستخدام تقنيات مزارع الخلايا والأنسجة.

وبعد تعريف ماهية التكنولوجيا الحيوية سوف نستفيض فى عرض المفاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية المعاصرة المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية.

مفاهيم المدخل للتكنولوجيا الحيوية

مقدمة تاريخية

يرجع تاريخ التكنولوجيا الحيوية إلى خمسة عشر ألف عام قبل الميلاد، والتى يمكن تعريفها بالتكنولوجيا الحيوية التقليدية التى استخدم فيها الإنسان عمليات الكيمياء الحيوية المتاحة للكائنات الدقيقة فى إنتاج مواد مرغوبة عن طريق عمليات صناعية مثل التخمر، وما تبعها من صناعات مثل صناعة الخمور والخبز والجبن، ثم تطور معرفته باكتشاف قدرة البكتريا واستخداماتها الواسعة فى الصناعة لإنتاج مواد نافعة مثل المضادات الحيوية، واللقاحات، والإنزيمات، والأحماض. كما بدأت معرفة الإنسان لتحسين نسل الكائنات الحية منذ ما يزيد عن سبعة آلاف عام عن طريق الانتخاب الطبيعى للنباتات مثل نبات الذرة، والحيوانات مثل الماشية والخيل. كما عرف الإنسان منذ ثلاثة آلاف عام التهجين بين الأنواع المتقاربة فى الأصول الوراثية مثل تهجين الحصان والحمار لإنتاج البغال لاستخدامها فى أعمال النقل. ويعود أصل التكنولوجيا الحيوية إلى علم يسمى اليوجينيا الذى أسسه الرحالة البريطانى والفسيولوجى السير فرانسيس جالتون ليعنى بدراسة الظروف الأفضل للتضاعف البشرى بغرض تحسين سلالة البشر.

وقد أسهمت جهود العلماء على مر العصور فى تقدم علم الأحياء منذ اختراع الميكروسكوب على يد جانسين Jansen عام ١٥٩٠، وما تبعه من اكتشاف الخلية ومعرفة تركيبها ووظائفها. ثم تتابعت النظريات العلمية منذ القرن الثامن عشر وحتى العصر الحالى ومنها ما قدمه دارون من ملاحظات مفيدة فى تنوع الكائنات وجهوده فى تقديم نظرية أصل الأنواع وتفسير عملية التطور، كما قدم مندل Mendel نماذج الوراثة وقوانينها، وأدحض باستير Pasteur نظرية التوالد التلقائى بنظريته الشهيرة عن

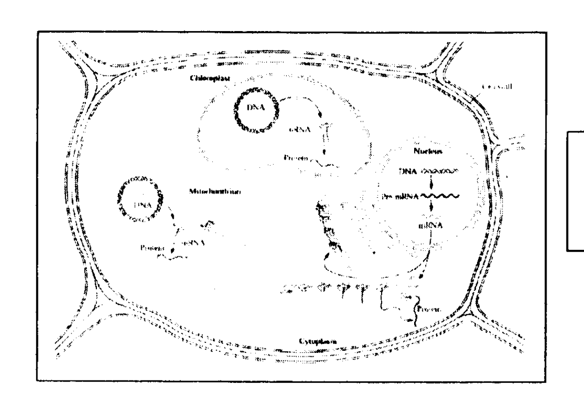
كيفية نشأة الحياة بالتوالد الذاتى. ثم تم اكتشاف الخلية على يد العلماء: شيلدن Schleiden، وشفان Schulann، وفيرشو Verchow. وقد تم التعرف على المادة الوراثية للخلية منذ عام ١٩٢٨ على يد العالم جريفث Griffth فى تجاربه على عملية التحول البكتيرى، وفى عام ١٩٤٤ استطاع العلماء أفرى Avery، وماكليود MacLeod، ومكارتى McCarty عزل المادة الوراثية البكتيرية، وأثبت التحليل الكيميائى أن المادة المعزولة هى DNA، ثم قدم كل من واطسون Watson وكريك Crick عام ١٩٥٣ التركيب البنائى للحمض النووى الديؤكسى ريبوزى DNA، والذى فتح المجال للتطور السريع فى كشف خصائص المادة الوراثية وكيفية معالجتها وعزلها ونقلها طبقا لتقنيات عديدة، والتى قام بتصميمها مجموعات متعاونة من العلماء والباحثين فى مجالات علمية عديدة. والجدير بالذكر أن أول ظهور لتقنية DNA معاد الاتحاد DNA Recombination techniques كانت على يد العلماء: جاكسون Jackson، وسيمورس Seymours، وبرج Berg فى عام ١٩٧٢، وتبع ذلك ظهور علم الهندسة الوراثية، والتى ظهرت على يد العالمان كوهين Cohen وبوير Boyer فى عام ١٩٧٣ واللذان قاما بأول التجارب الناجحة فى هذا المجال.

الخلية Cell

هى الوحدة الأساسية للتركيب والوظيفة لجميع الكائنات الحية، وهذه الكائنات تنقسم إلى: كائنات أوليات النواة Prokaryote، وهى: الكائنات البسيطة التى تفتقد الأنوية المتميزة، ولا تمارس الانقسام الميوزى مثل البكتيريا، والطحالب الخضراء المزرقة، وكائنات حقيقيات النواة، وهى: الكائنات التى تحتوى خلاياها على أنوية مخصبة محاطة بغشاء نووى، وتمارس الانقسام الميوزى. ويوجد من الكائنات حقيقيات النواة نوعان وهما: كائنات وحيدة الخلية مثل الأميبا والبرامسيوم، وكائنات عديدة الخلايا مثل

الطحالب والفطريات والنباتات والحيوانات، والكائنات وحيدة الخلية مثـــل الأميبـــا والبكتريا تفتقد للتخصص الخلوى أما الكائنات عديدة الخلايا فإن خلاياها تختلـــف فى التركيب والشكل والوظيفة داخل الكائن الواحد.

أما عن تنوع الخلايا ما بين خلايا نباتية وخلايا حيوانية فإن الخلية الحيوانية تتماثل مع الخلية النباتية فى تركيبـــها من العديد من العضيات المتشابـــهة ما عدا أن الخليـــة النباتية تتميز عن الخلية الحيوانية بالآتى: وجود جدار خلوى سميك من مادة كيتينيـــة يزيد من حماية مكونات الخلية، وجود البلاستيدات الخضراء الـــتى تقتـــنص الطاقـــة الضوئية وتقوم بعملية التمثيل الضوئى، وزيادة عدد الفجوات الخلوية التى تعمل على التخزين والإفراز والإخراج. وتتكون الخلية فى الكائنات حقيقيات النواة عامـــة مـــن عضيات حيوية محفوظة داخل غلاف بلازمى يحمى تكوين الخلية من البيئة الخارجيـــة لـــها، ويساعد على اتصالها بالخلايا الأخرى. ويمثل السيتوبلازم الوســـط الحيـــوى الداخلى الذى يساعد على نقل المواد بين أجزاء وعضيات الخلية، والتى تسبح فيه هذه العضيات، مثل: الشبكة الإندوبلازمية، التى تقوم بتمثيل وتجميع ونقل البروتينات عند الحاجة إليها، والميتوكوندريا، التى يتم فيها العديد من التفاعلات الكيميائيـــة المنتجـــة للطاقة، وأجسام جولجى، التى تقوم بالإخراج، والليسوسوم، الحامل لإنزيمات التمثيـــل الحيوى لجزيئات مواد الخلية. والريبوسوم، الذى يشارك فى عمليـــة إنتـــاج الـــبروتين الخلوى، والنواة، مركز المادة الوراثية للخلية، والتى تتغلف بالغلاف النـــووى الحامـــل للثقوب النووية وتحتوى داخلها على النوية، والشبكة الكروماتية، الـــتى تتحـــول إلى كروموسومات أثناء الانقسام الخلوى. والكروموسومات، تتـــألف مـــن حلزونـــات مزدوجة من الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى المرتبط ببروتينات تعرف بالهستونات أثناء الانقسام الخلوى.



شكل يوضح مواقع DNA فى الخلية

الكروموسومات Chromosomes

الكروموسومات هى التركيب المحتوى للحمض النووى الديؤكسى ريبوزى DNA والبروتينات الكروموسومية، والتى تنقسم إلى نوعين: بروتينات هستونية، وهى بروتينات قاعدية، وبروتينات غير هستونية، وهى بروتينات حامضية، والتى توجد فى جميع الخلايا التى تحتوى على نواة متمثلة فى الشبكة الكروماتينية. وأعداد الكروموسومات ثابتة للنوع الواحد فى الخلية الحية، ويمثل عددها مجموعتين متساويتين من الكروموسومات المتشابهة من كل من الأب والأم المصدر، وتوجد بنصف عددها فقط فى الخلايا الجنسية التى ستشارك فى التكوين الجينى الجديد كنتيجة للتزواج بين خلايا جنسية أنثوية، وخلايا جنسية ذكرية بين أفراد النوع الواحد. ويتكون الكروموسوم الواحد من ذراعين بينهما سنترومير، وكل من طرفى الكروموسوم يدعى تيلومير، ويختلف السنترومير فى موقعه على الكروموسوم فقد يكون طرفى، أو وسطى، أو قريب من الوسط، ويختلف تبعا لذلك طول ذراعى الكروموسوم، فهناك كروموسومات ذات أذرع طويلة، وكروموسومات ذات أذرع قصيرة.

وللكروموسومات دور فى انقسام الخلية لإنتاج خليتين طبق الأصل بواسطة الانقسام الميتوزى، أو لإنتاج خلية جنسية عن طريق الانقسام الميوزى.



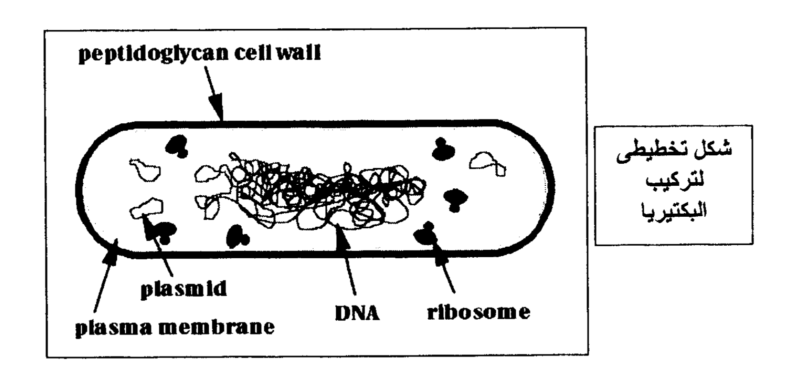
صورة بالميكروسكوب الالكترونى توضح كرموسومات الخلية

الكروموسوم البكتيرى والبلازميد
Bacterial Chromosome and Plasmid

تحتوى البكتيريا على كروموسوم واحد دائرى الشكل وكبير فى حجمه ويحتوى على ٤×١٠^{٦} زوج من القواعد تحمل معظم الجينات، ويسمى بالكروموسوم البكتيرى، كما تحتوى البكتريا على واحد أو أكثر من كروموسومات دائرية صغيرة جدًا يحتوى الواحد منها على آلاف الجينات ويسمى البلازميد، وهو لا يتصل بالكروموسوم الأصلى الكبير الموجود فى البكتريا. ونظرًا لصغر حجم البلازميد فإنه من السهل فصله وتنقيته بسهولة، فإذا أضيف إلى بكتريا تخلو منه فإنه يؤدى وظيفته ويتضاعف بأعداد كبيرة. وهناك عدة أنواع من البلازميدات كما يلى:

- بلازميدات المقاومة Resistance Plasmid، وهى بلازميدات تحتوى على جينات مقاومة المضادات الحيوية.

- بلازميدات سامة Colicins، وهى تحتوى على جينات مسئولة عن تكوين بعض البروتينات التى تقتل الكائنات الحية الأخرى.
- البلازميدات الممرضة Virulence Plasmid، وتحتوى على جينات تسبب أمراضًا.
- البلازميدات المحللة Degradative Plasmid، وتحتوى على جينات لها القدرة على تكسير البوليمرات مثل الهيدروكربون.

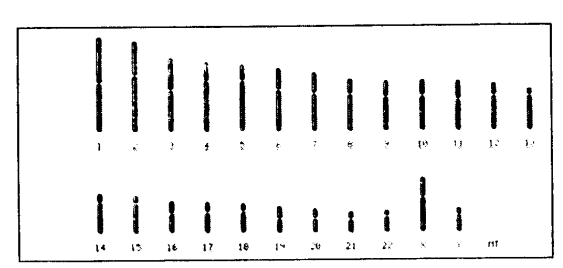


شكل تخطيطى لتركيب البكتيريا

المحتوى الجينى Genome

هو مجموعة الجينات الموجودة فى الخلية، وبعض هذه الجينات يحمل التعليمات اللازمة لبناء المركبات البروتينية، والبعض الآخر يحمل التعليمات اللازمة لتتابع النيوكليوتيدات فى جزىء rRNA الريبوسومى، الداخل فى بناء الريبوسومات وجزىء tRNA الناقل، الذى يحمل الأحماض الأمينية أثناء بناء البروتين. وقد تعرف الباحثون على العديد من المناطق التى تحمل أجزاء متكررة منه وتسمى DNA المتكرر، وهى عبارة عن تكرارات متتابعة لمجموعة ثابتة من القواعد النيوكليوتيدية ولا تمثل شفرة

وراثية وتستخدم فى الكشف عن تقارب الأنواع الحيوية، وهناك أيضا أجزاء أخـــرى من DNA غير مشفرة وتعرف باسم الجينات المتنقلة، وهى عبارة عن قطع من DNA تستطيع أن تنتقل من مكان لآخر فى المحتوى الجينى بناء على إشارات غير معلومـــة، وهى المسئولة عن نقل خاصية المقاومة للأدوية أو المبيدات الحشرية فى النباتات وقـــد تظل كامنة لعدة أجيال ولكن عند تحركها فأنـــها تؤثر على المحتوى الجينى تأثيرًا كبيرًا كما أنـــها تستخدم فى إحداث الطفرات.



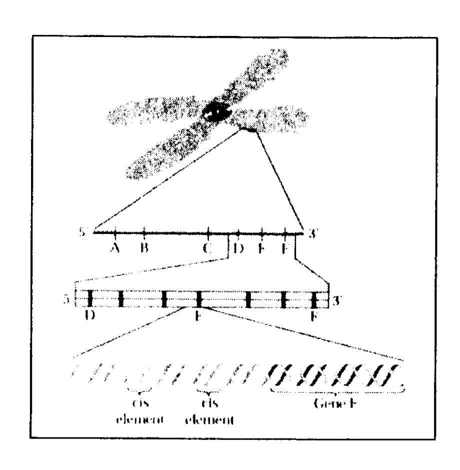
شكل تخطيطى يوضح المحتوى الجينى للإنسان متمثلاً فى ٢٣ زوج من كروموسومات

الجـــين Gene

يعتبر الجين جزءًا من الكروموسومات وقد وصفه العلماء بأنه الوحدة الأساســـية للتوارث، والتعريف التقليدى للجين يشير إلى الجين كوحدة التوارث التى لا تتجزأ فى عملية الاتحادات الجديدة، وإنه أصغر وحدة من المادة الوراثية قابلة للطفـــور المـــستقل وقد كان الجين يعرف قديمًا بأنه الوحدة التركيبية للمادة الوراثية وفقًا لتميزه بخاصيتين مهمتين وهما: تكوين الاتحادات الجديدة، والقدرة على إحداث الطفرة، بالإضـــافة إلى

أنه كان يعرف أيضًا من حيث أنه الوحدة الوظيفية أى وحدة المـــادة الوراثيـــة الـــتى تتحكم فى توارث صفة واحدة أو وحدة خاصية أو شكل مظهرى.

أما التصور المعاصر للجين من الناحية الجزيئية فإنه يركز على الجين كوحدة الوظيفية باعتبارها وحدة التوارث الأساسية. وتؤدى الجينات وظيفتها من خلال عملية التضاعف Replication مكونة وحدات مماثلة لنفسها، ومن خلال عمليتى النسخ Transcription، وهى عملية انتقال المعلومات الوراثية من DNA إلى RNA، والترجمة Translation، وهى عملية انتقال المعلومات من RNA إلى البروتينات، والتى تعمل كمحددات فى أيض الخلية. والجينات ثابتة عادة غير أنـــها معرضة للتغيرات العارضة والطفرات، والجينات وفقًا لدورها فى توجيه وتشكيل الصفات عن طريق تخصيص البروتينات الإنزيمية يجعل من المادة الوراثية DNA هو الحامل لخصائص نمو وتمايز وظيفة خلايا الكائن الحى.



شكل يوضح تركيب الجين كجزء من الكروموسوم

المـــادة الوراثيـــة Genetic Material

أثبتت الدراسات العلمية أن الأحماض النووية هى المادة الوراثية فى الخلية والمسئولة عن نقل الصفات الوراثية عبر الأجيال المتتابعة لجميع الكائنات الحية. وهناك أدلة كثيرة على ذلك، ومن الدلائل النظرية أن الأحماض النووية هـــى المركبـــات البيوكيميائيـــة الوحيدة التى لا تتحول إلى مركبات أخرى أثناء عمليات الأيـــض، كمـــا أن كميـــة الأحماض النووية الموجودة فى خلايا الكائن الحى الواحد ثابتة، وأن الخلايا الجـــسدية تحتوى على ضعف محتوى الخلايا التناسلية منها.

وأثبت العلماء أن DNA هو المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية، بينما يمثل RNA المادة الوراثية فى بعض الفيروسات. ومن الدلائل العملية لإثبات أن DNA هو المـــادة الوراثية الأساسية للكائنات الحية ما قام به العالم جريفيس عام ١٩٢٨ من حقن مجموعة من الفئران بخلايا بكتيريا غير مميتة حية ممزوجة مع خلايا بكتيريا مميتة غير حية مما أدى إلى وفاة بعض الفئران، وقد دل ذلك على انتقال المادة الوراثية من البكتيريا المميتة إلى المادة الوراثية للبكتيريا غير المميتة مما أدى إلى تغير خصائصها الوراثية .كما قام العـــالم أفيرى عام ١٩٤٤ بالتعرف على المادة الوراثية ضمن مكونات البكتيريا المميتة وهـــى دهون وكربوهيدرات وبروتينات وDNA وRNA، والتى قام بتجزئتها إلى مكوناتـــها ثم خلطها مع بكتيريا غير مميتة ثم قام بحقن الفئران بـــها فلاحظ موت الفئران الـــتى حقنت بالحمض النووى DNA مما أثبت أن DNA هو المادة الوراثية التى نقلت الصفة المميتة للفئران.

وتتميز المادة الوراثية بقدرتـــها على تخزين المعلومـــات الوراثيـــة ونقـــل هـــذه المعلومات بدقة من الآباء إلى الأبناء جيلاً بعد جيل. كما أنـــها تتميز بدقة التعبير عن نفسها فى الوقت والمكان المناسب مما يسمح بتطور تكوين الشكل الظاهرى للكـــائن

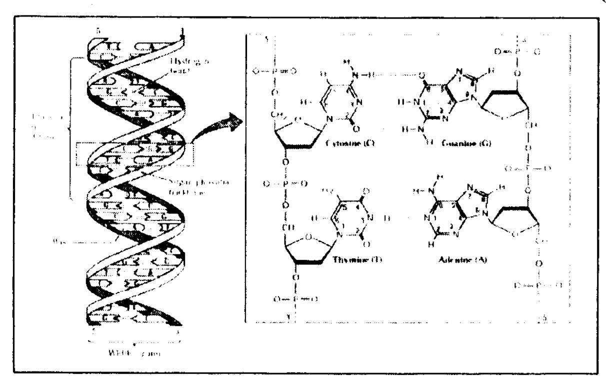
الحى من الزيجوت وحيد الخلية إلى الكائن الكامل البالغ. ويمكن تلخيص صفات المادة الوراثية فى الآتى:

- الثبات كى تحافظ المادة الوراثية على صفات النوع.
- المقدرة على التضاعف الذاتى لكى تنتقل من خلية إلى خلية ثم من جيل إلى جيل عبر الأجيال المختلفة.
- المقدرة على تخزين المعلومات الوراثية فى صورة مادة كيميائية هى DNA.
- المقدرة على ترجمة هذه المعلومات المخزنة لتكوين البروتينات.
- القابلية للتغير الوراثى المسئول عن التنوع والاختلاف فى الكائنات الحية.

الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى
(DNA) Deoxy Ribonuclic Acid

هو المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية سواءً كانت بسيطة، والتى يطلق عليها أوليات النواة Proraryotes، مثل بكتريا E. col، والتى تحتوى على نيكلويد، وهو موجود داخل الخلية فى شكل شديد التحلزن. وعامة تكون الكائنات أولية النواة أحادية المجموعة الكروموسومية وهى تحتوى على مجموعة واحدة من الجينات. وهناك الكائنات المعقدة، والتى يطلق عليها حقيقيات النواة Eukaryotes، ويؤلف DNA المحتوى الجينى لخلاياها وتترتب المادة الوراثية فيها على هيئة كروموسومات، ومعظم الحيوانات الراقية ثنائية المجموعة الكروموسومية حيث تملك مجموعتين من الجينات واحدة من كل الأبوين، ولكن كثيرًا من النباتات الراقية متعددة المجموعة الكروموسومية أى تحمل عدة نسخ للجنيوم.

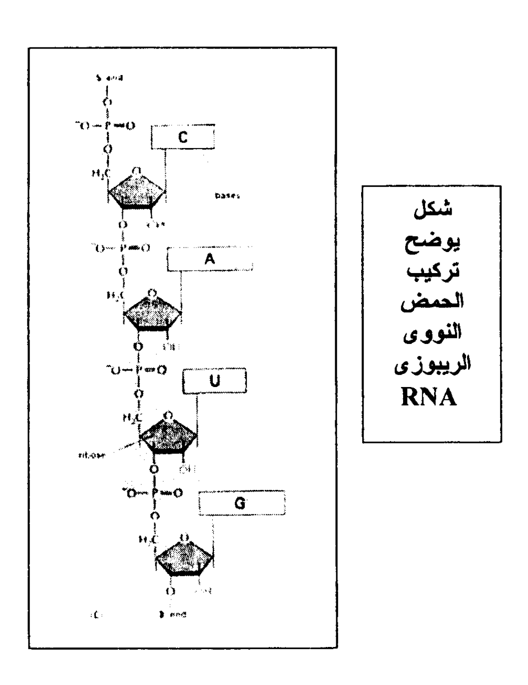
ويتركب DNA من حلزون مزدوج من مجموعة متعاقبة مـــن النيوكليوتيـــدات جوانبه من السكر الديؤكسى ريبوزى والفوسفات وفى منتـــصفه أدراج مـــن أزواج تتألف من أربعة قواعد نيوكليوتيدية مرتبة تباعًا فى سلسلتين يـــربط بينـــها قواعـــد هيدروجينية تنتمى اثنتين منها إلى القواعد البيورينيـــة Purines وهمـــا: الأديـــنين A والجوانين G، وتنتمى اثنتين أخرتان إلى القواعد البيريمدية Pyrimidines وهما: الثايمين T والسيتوزين C، ويرتبط السيتوزين بالجوانين بثلاث روابط هيدروجينية بينما يرتبط الأدينين بالثايمين باثنين من الروابط الهيدروجينية على طول امتداد الحلزون. ولابـــد أن يتساوى عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدنين مع عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الثايمين، وكذلك الحال بالنسبة للنيوكليوتيدات المحتوية على الـــسيتوزين والجـــوانين. ودائما يكون اتجاه السلسلة الأولى من الحلزون فى عكس اتجاه السلسلة الثانيـــة منـــه، والمعروف أنه عندما ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها الـــبعض فى شـــريط DNA فـــإن مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم (3) فى حلقة السكر الخماسى لإحـــدى النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية مع ذرة الكربون رقـــم (5) فى حلقـــة الـــسكر الخماسى للنيوكليوتيدة التالية، وبذلك يكون اتجاه أحد الشريطين (3 – 5) بينما يكون اتجاه الآخر (5 – 3).



شكل يوضح تركيب الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى

الحمض النووى الريبوزى
Ribonuclic Acid RNA

يمثل الحمض النووى الريبوزى RNA المادة الوراثية لبعض أنواع الفيروسات، كما أنه يمثل الأحماض النووية الغالبة فى معظم الخلايا الحية، والتى تقوم أساسًا بعملية تكوين البروتين الخلوى. ويتكون الحمض النووى الريبوزى RNA من شريط مفرد من القواعد النيوكليوتيدية غير المتفرع الذى له نفس تركيب الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى DNA ماعدا أن السكر الخماسى الريبوزى يدخل فى تركيبه بدلاً من السكر الديؤكسى ريبوزى الذى يدخل فى تركيب DNA، كما أنه على هيئة شريط مفرد من النيوكليوتيدات التى تحل فيه قاعدة اليوراسيل محل قاعدة الثايمين التى تتكامل مع قاعدة الأدينين عليه. ويوجد الحمض النووى الريبوزى RNA فى ثلاثة أنواع هى: الحمض النووى الريبوزى الرسول mRNA، والذى يقوم بحمل الشفرة الوراثية التى تحدد تتابع الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد، والحمض النووى الريبوزى الناقل tRNA، الذى يحمل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات ويضعها فى المكان الصحيح فى سلسلة عديد الببتيد النامية حيث تترجم الشفرة، والحمض النووى الريبوزى الريبوسومى rRNA، الذى يدخل فى تركيب الريبوسومات والذى يتم عليه بناء سلسلة عديد الببتيد التى تكون البروتينات الأساسية فى الخلية.



شكل يوضح تركيب الحمض النووى الريبوزى RNA

تضاعف الحمض النووى DNA Replication

يحدث تضاعف DNA فى الطور التحضيرى Interphase للانقسام الميتوزى قبل أن يبدأ انقسام الخلية لتكوين نسخة طبق الأصل من المادة الوراثية للخلية تسمح بانتقالها إلى الخلية الجديدة المقسمة، ويتميز DNA بأنه يتكون من شريطين متكاملين يعتبر كل منهما دليل بناء للآخر لأن كل شريط يحتوى القواعد النيتروجينية المكملة للشريط الآخر. وهناك ثلاث طرق نظرية فرضية تفسر طرق تضاعف DNA، وهى كالتالى:

١- طريقة التضاعف المشتت Dispresive

وفى هذه الطريقة يقطع كل شريط من شريطى DNA إلى قطع، حيث تستخدم كل قطعة لبناء شريط جديد مع الشريط الأصلى (القطعة الأصلية) لولباً جديداً مزدوجاً.

٢- طريقة التضاعف المحافظ Conservative

وفى هذه الطريقة من التضاعف يعمل شريط DNA كقالب لبناء جزىء جديد من DNA، ويبقى الجزىء الأصلى كما هو حيث ينقل لإحدى الخليتين وينقل الجزىء الجديد للخلية الأخرى.

٣- طريقة التضاعف شبه المحافظ Semi-Conservative

وفى هذه الطريقة ينفصل شريطا DNA عن بعضهما البعض، وذلك بكسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة، ثم يعمل كل شريط كقالب لبناء نفسه، ثم تتكون روابط هيدروجينية بين شريطين أحدهما قديم والثانى جديد، وبالتالى عندما تنقسم الخلية ترث كل خلية جديدة مقسمة DNA هجين.

وقد أثبت العالمان ميسلسون Mselson، وستال Stahl صحة تحقق تضاعف DNA بطريقة التضاعف شبة المحافظ فى البكتريا، ثم أثبت Stal بعد ذلك تحقق هذا الفرض فى جميع الكائنات الحية. ولكى تتم عملية تضاعف جزىء DNA لابد من تكامل نشاط عدد من الإنزيمات، ويتم التضاعف فى الخطوات التالية: ينفك التفاف اللولب المزدوج ثم ينفصل الشريطان عن بعضهما بكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين القواعد النيتروجينية المتداخلة فى الشريطين عن طريق إنزيمات الهيليكيز DNA Helicases التى تتحرك على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين بعضهما عن بعض، يبتعد الشريطان عن بعضهما، وتبدأ عملية البناء الفعلى بواسطة إنزيمات البلمرة

DNA Polymerase، والتى تعمل على إضافة النيوكليوتيدات واحدة تلو الأخرى عن طريق تزواج القاعدة النيتروجينية فى النيوكليوتيدة المضافة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على شريط القالب.

إصلاح عيوب DNA Repair

يوجد الحمض النووى DNA فى الخلية على هيئة بوليمرات، وهى مادة عضوية معرضة للتلف من حرارة الجسم التى تعمل على كسر الروابط التساهمية التى تربط السكريات الخماسية تلقائيا بفعل المؤثرات الكيميائية والإشعاعية فى البيئة المائية داخل الخلية. وبذلك يفقد DNA الكثير من القواعد النيتروجينية تصل إلى ٥٠٠٠ قاعدة يوميًا، بالإضافة لأخطاء الازدواج عند التضاعف. والغالبية العظمى من هذه التغيرات الحادثة لجزىء DNA يتم إزالتها عن طريق نشاط عشرين إنزيم يعمل على إصلاح عيوب DNA، وتسمى إنزيمات الإصلاح، وتحدث الصيانة إذا كان العيب فى أحد أجزاء الشريطين بشرط عدم تلف الجزء المقابل له حيث تعمل هذه الإنزيمات على استبدال النيوكليوتيدات المعيبة بأخرى سليمة. ومن ثم فإن المجموعة الإنزيمية للإصلاح تستخدم أحد الشريطين كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل.

الطفرات Mutations

الطفرة هى تغيير مفاجئ يحدث بصورة تلقائية قد يكون هذا التغيير فى تركيب الجين، وبالتى يورث للأجيال التالية، ويطلق على هذه الطفرة الطفرة الجينية، بينما لو حدث التغيير فى شكل أو عدد الكروموسومات فى إحدى الخلايا الجسدية ولم يمس الجين، لا يورث ولكن يظهر أثره من خلال الصفات الجسمية ويطلق عليه اسم الطفرة الكروموسومية، ولكنها تورث فقط إذا حدثت فى الخلايا التناسلية. وقد تحدث الطفرة

الجينية نتيجة لوجود أخطاء فى تضاعف DNA أو حدوث تلف فى جـــزىء DNA لم تستطع إنزيمات الإصلاح التعامل معه، وأحيانا تحدث إعادة للترتيب التلقائى لقطع من DNA وتظهر هذه الطفرات فى صور عديدة منها:

- إبدال إحدىٰ النيوكليوتيدات بأخرى.
- إضافة نيوكليوتيدة أو أكثر فى تتابع DNA.
- إزالة نيوكليوتيدة أو أكثر من تتابعات DNA.
- انقلاب فى تتابع النيوكليوتيدات.
- كسر فى الكروموسوم وفقدان قطعة منه.
- اتصال جزء من كروموسوم بكروموسوم آخر.
- فقدان كروموسوم أو أكثر.
- نسخ أكثر من كروموسوم.

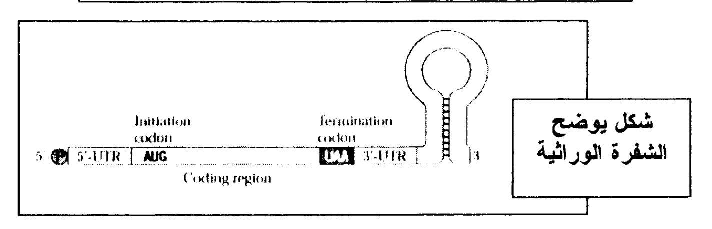
وتحدث الطفرة نتيجة عوامل مختلفة ومنها التعرض للإشعاع مثل أشـــعة إكـــس وأشعة الفا، والتعرض للمواد الكيميائية التى تتشابه فى تركيبـــها مع النيوكليوتيدات، ومن ثم تدخل عن طريق الخطأ فى تركيب DNA. كما أن هنـــاك مـــواد كيميائيـــة تتفاعل مع القواعد النيتروجينية التى تدخل فى تركيب DNA، وينشأ عن ذلك تغير فى المجموعات الوظيفية التى تعمل على تكوين الروبط الهيدروجينية مما يغير من خـــصائص ازدواج القواعد فى جزىء DNA ويمكن أن يعمد الإنسان لإحداث طفرات مرغوبـــة باستخدام التأثيرات الإشعاعية والكيميائية.

الشفرة الوراثية Genetic Code

هى مجموعة من الكودونات ويتكون كل كودون من تتابع ثلاثة قواعد نتروجينية متتابعة على جزئى mRNA الرسول، والتى تشفر لتكوين الأحماض الأمينية ، ويشفر كل كودون لحمض أمينى واحد وهناك ٦٤ كودون ممكنًا و٢٠ حمض أمينى. ويكون ترتيب تتابع الكودونات بنظام معين فى الجين هو المحدد لتتابع الأحماض الأمينية المكونة لنوع البروتين المراد بناؤه حيث يتكون البروتين من مجموعة من الأحماض الأمينية المحددة.

Amino acid	3 Letter code	1 Letter code	Codons
Alanine	Ala	A	GCC, GCU, GCG, GCA
Arginine	Arg	R	CGC, CGG, CGU, CGA, AGA, AGG
Asparagine	Asn	N	AAU, AAC
Aspartic acid	Asp	D	GAU, GAC
Cysteine	Cys	C	UGU, UGC
Glutamic acid	Glu	E	GAA, GAG
Glutamine	Gln	Q	CAA, CAG
Glycine	Gly	G	GGU, GGC, GGA, GGG
Histidine	His	H	CAU, CAC
Isoleucine	Ile	I	AUU, AUC, AUA
Leucine	Leu	L	UUA, UUG, CUA, CUG, CUU, CUC
Lysine	Lys	K	AAA, AAG
Methionine	Met	M	AUG
Phenylalanine	Phe	F	UUC, UUU
Proline	Pro	P	CCU, CCC, CCA, CCG
Serine	Ser	S	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
Threonine	Thr	T	ACU, ACC, ACA, ACG
Tyrosine	Tyr	Y	UAU, UAC
Tryptophan	Trp	W	UGG
Valine	Val	V	GUU, GUC, GUA, GUG
"Stop"		-	UAA, UAG, UGA

شكل يوضح جدول الشفرة الوراثية للأحماض الأمينية التى تدخل فى تخليق بروتينات الخلية



شكل يوضح الشفرة الوراثية

مفاهيم أساسيات التكنولوجيا الحيوية

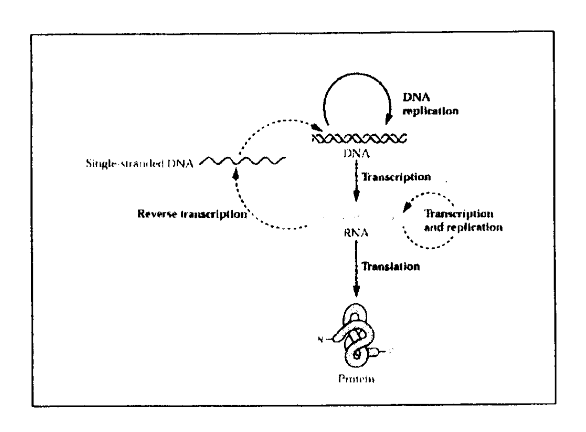
التعبير الجينى Gene Expression

يعنى قدرة الجين علي التشفير لتكوين سلسلة واحدة من عديد الببتيد وقـد قـام الباحثون بدراسة التعبير الجيني فى أوليات النواة بسهولة نظرًا لصغر حجم الجينوم فيها، بينما ما زال تواجههم العديد من الصعوبات فى فهم عملية التعبير الجـيني لحقيقيـات النواة. ويمكن التعرف على كيفية تعبير الجين عن نفسه عـن طريـق فهـم قـدرة تتابعات DNA على تكوين البروتين مرورًا بمراحل تكوين RNA، ويتم ذلـك مـن خلال التحكم فى عملية النسخ Transcription لتكوين mRNA، وكيفية الـتحكم فى تخليص mRNA من الأجزاء غير المشفرة بعملية التهذيب Splicing، والـتحكم فى عملية الترجمة أثناء عملية تخليق البروتين Translation. وتتم عملية النـسخ لتكـوين mRNA ويحدث بارتباط إنزيم البلمرة RNA Polymerase بـالمحفز Promotor، ثم ينفصل شريطى DNA بعضهما عن بعض حيث يعمل أحـدهما كـدليل Template لتكوين شريط متكامل من mRNA فى حين أن إنزيم البلمرة يتحـرك علـى امتـداد DNA حيث يتم ربط النيوكليوتيدات المتكاملة واحدة تلو الأخرى، وبـذلك يحمـل mRNA النامى الشفرة الوراثية المراد تنفيذها، والتى تترجم إلى البروتين المراد تكوينه بمجرد اتصال mRNA بالريبوسوم ويكون الكودون الأول به هو كـودون حمـض الميثونين الذى يعمل كإشارة بدء للترجمة عند الطرف (5) أمـا الكـودون الأخـير فسيكون واحدًا من كودونات التوقف. ونظرًا لاحتواء mRNA على أجزاء من DNA تمثل مناطق غير مشفرة، وتعرف باسم إنترونات Introns فإنه يلزم تخلـيص mRNA من هذه الأجزاء بواسطة عملية تـهذيب حيث تزال الإنترونات وتلحم الأكسونات Exons، وهى المناطق المشفرة سويًا فى شريط واحد أقصر لا يحمل إلا الكودونـات اللازمة لإنتـاج البروتين. ثم تأتى عمليـة الترجمـة لتنفيـذ الـشفرة باتـصـال

الريبوسوم بـــ mRNA بحيث يقف عند أول كودون بـــها ثم يتحرك علـــى طـــول mRNA حتى يقابل كودون النهاية وفى هذه الأثناء يصل tRNA حـــاملا فى قمتـــه الحمض الأمينى على الكودون المضاد Anticodon للكـــودون الأول عنـــد mRNA، ويتحرك الريبوسوم تباعًا بنقل الكودونات المضادة إلى مواقعها المكملة حتى يصل إلى كودون التوقف وبذلك تنتهى عملية الترجمة.

تصنيـــع البروتيـــن Protein Synthesis

تبدأ عملية تصنيع البروتين بارتباط مضاد كودون tRNA Anticodon بالكودون المناسب له على جزىء mRNA، ومن ثم يصبح الحمض الأمينى المحمول على tRNA هو الحمض الأمينى التالى فى سلسلة عديد الببتيد. ثم يحدث تفاعل نقل الببتيد الـــذى ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية Peptide bond ، والذى ينشط هذا التفاعـــل إنـــزيم الريبوسومات الكبيرة، ووظيفته ربط الحمض الأمينى الأول بالثـــانى برابطـــة ببتيديـــة وهكذا ثم يتحرك الريبوسوم على امتداد جـــزىء mRNA، وهـــذه الحركـــة تـــأتى بالكودون التالى إلى موقع Amino Acyle على الريبوســـوم، وهـــو أحـــد مـــوقعى الريبوسوم التى يمكن أن ترتبط بهما ويرمز له بالرمز A، ثم تبدأ الدورة مـــرة أخـــرى حيث يحدث ارتباط بين مضاد الكودون على tRNA مناسب بكودون mRNA لكى يجلب حمض أمينى ثالث إلى الموضع A، ويرتبط سلسلة عديد الببتيد النامية للحمـــض الأمينى الجديد على هذا الجزىء من tRNA الثالث وهكذا. وتتوقف عملية البناء عندما يصل الريبوسوم إلى كودون وقف على mRNA حيث يرتبط به بروتين يسمى عامل الإطلاق Release Factor، وتنفصل وحدتى الريبوسوم عـــن بعـــضهما وتنتـــهى السلسلة.



شكل يوضح العمليات الأساسية التى يقوم بها لتخليق البروتين المرغوب بالخلية

عملية التكاثر Reproduction

التكـــاثر أســـاس للنقـــل الجـــينى التقليـــدى فى الكائنـــات الحيـــة Natural Gene Transfer ويتم النقل الجينى خلال عملية التزواج والتى تحدث بصورة طبيعية فى جميع أجناس الكائنات الحية. ويعد التكاثر العملية الطبيعية لاستمرار الحيـــاة عن طريق توالد أجيال جديدة والحفاظ على النسل. ولا يمكن أن تتوالد مادة حية من مادة غير حية وأن التوالد يتم بصورة ذاتية من الأفراد الأصليين. ويتم التضاعف علـــى جميع المستويات البيولوجية فتبدأ بتضاعف المادة الوراثية DNA بنواة كـــل خليـــة، ثم تتضاعف العضيات الخلوية ويتم الانقسام الخلوى بنوعيه: انقسام ميتوزى، والذى يتم فى جميع الخلايا الحية بغرض تضاعف عدد الخلايا، وتكون الخلايا الناتجة مماثلة تمامـــا للأصل وعدد الكروموسومات بـــها متساو، أو انقسام ميوزى، والذى يتم بـــصورة

اختزالية لإنتاج الخلايا الجنسية، والتي تحتوى على نصف عدد كروموسومات الخلية الأصلية، ويسمح هذا الانقسام بالتغير الوراثى خلال ما يتم من عبور بين أجزاء الكروموسومات المتزاوجة والتوزيع العشوائى لها مما يسمح بالتغير المستمر فى صفات الأجيال المتوالية.

وتتنوع طرق التضاعف فى الكائنات الحية فمنها التضاعف اللاجنسى، والذى يتم بانفصال جزء من جسم الكائن الحى وإعادة نموه إلى كائن جديد. ومن أنواع التضاعف اللاجنسى: الإنشطار الثنائى للخلية مثل انشطار الأميبا، أو التبرعم كما فى الخميرة، أو التجدد كما يحدث فى الأسفنج والهيدرا، أو التضاعف بالجراثيم وهى خلايا متحورة تنمو مباشرة إلى نباتات كاملة، أو التوالد البكرى للبويضات دون حدوث إخصاب كما يحدث فى الديدان والقشريات والحشرات. أما التضاعف الجنسى فيتم كالآتى: إما بالاقتران، ويحدث فى الطحالب والفطريات عن طريق اقتران خيطين وتكوين لاقحة جرثومية يمكن أن ينبت منها خيط جديد، أو التضاعف بالأمشاج الجنسية والتى تتميز إلى أمشاج ذكرية وأمشاج أنثوية، وتنتقل الأمشاج الذكرية إلى الأنثوية لتحدث الإخصاب وتكون اللاقحة التى تكون الجنين الذى ينمو إلى فرد كامل.

النقل الجينى التقليدي فى البكتريا
Gene Transfer in Bacteria

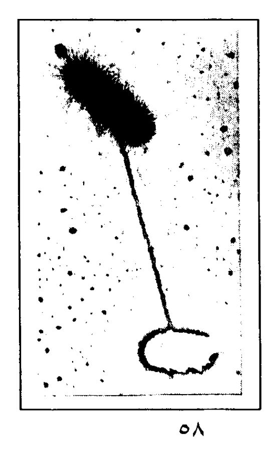
البكتريا كائن حى وحيد الخلية من أوليات النواة وتحمل مادتها الوراثية فى السيتوبلازم بلا نواة. وتتكون المادة الوراثية للبكتيريا من DNA متخذة شكل كروموسوم حلقى، ويبلغ طوله أربعة ملايين زوج من القواعد، كما أن الكثير من

البكتيريا يحمل فى سيتوبلازمه أيضا عدد من جزيئات DNA حلقية صغيرة الحجم تسمى بلازميدات يبلغ طولها بضعة آلاف من أزواج القواعد.

والعادة أن تحمل الخلية البكتيرية الواحدة نوعًا واحدًا من البلازميدات التى تستطيع أن تضاعف من نفسها بكفاءة داخل الخلية البكتيرية عشرات المرات باستقلال تام عن DNA الرئيسى للبكتيريا، بل إن البلازميد يستطيع أيضا أن يدمج نفسه داخل الكروموسوم الأساسى للبكتيريا ثم يتركه ثانية وهو يحمل جزءًا من DNA الخاص به، ويمكنه أيضا الانتقال إلى خلية بكتيرية أخرى حاملاً هذا الجزء من DNA . ويتم النقل الجينى فى البكتيريا بعدة طرق كما يلى:

١- الاقتران الوراثى (النقل المباشر من خلية لأخرى) Conjugation:

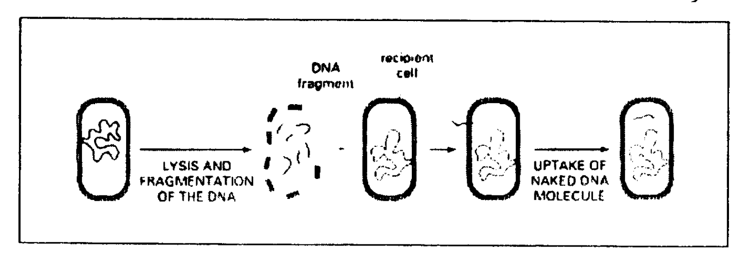
ويحدث النقل للمادة الوراثية للبكتيريا المحتوية على Fertility Plasmid (F-Plasmid)، وتسمى بالمعطى Donor لبكتيريا أخرى لا تحتوى هذا النوع من البلازميد، وتسمى المستقبل Recipient، وذلك عن طريق جسر سيتوبلازمى يتم تكوينه بين الخليتين، ويتحرك البلازميد بعد تكاثره إلى البكتريا الأخرى من خلال هذا الجسر، وذلك بفعل البروتينات المحمولة على البلازميد F والمطلوبة لبناء الجسر السيتوبلازمى وتصبح بذلك الخلية الأخرى معطية لهذا البلازميد.



صورة بالميكروسكوب الالكترونى توضح اقتران خليتين من خلايا البكتريا

٢- التحول الوراثى Transformation

يحدث عادة التحول الوراثى فى بكتيريا التربة Bacillus subtilis، وهذه البكتيريا لها القدرة على أن تأخذ جزىء DNA الموجود فى البيئة المحيطة بـــها نتيجة مـــوت أو تحلل البكتيريا الأخرى المحيطة بـــها. ولها القدرة على دفع DNA خلال غـــشائها إلى داخل خليتها ولصق هذا الجزىء مع المحتوى الجينى الخاص بـــها عن طريـــق إعـــادة الالتحام بين محتواها الجينى وبين هذا الـــ DNA. ولكن فى هذه الطريقة قـــد يتحلـــل DNA نتيجة وجود إنزيمات التحلل فى البيئة الخارجية للخلية قبل التهامـــه بواســـطة بكتيريا أخرى مما يضعف من فعالية هذه الطريقة مقارنة بطريقة النقل المباشـــر الـــذى يكون فيه DNA محميًا لأنه لا يترك البيئة الداخلية للبكتيريا عند مـــروره إلى الخليـــة الأخرى.



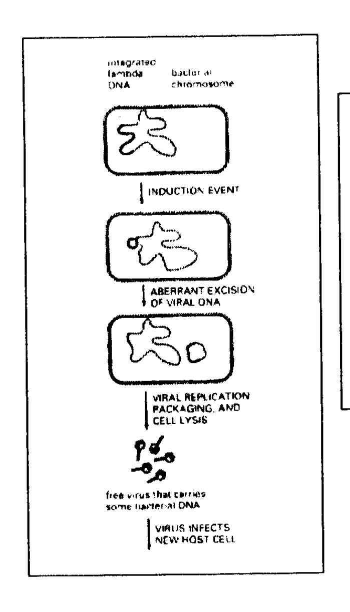
شكل يوضح التحول الوراثى فى البكتيريا

٣- الاستقطاع الوراثى Transduction

عند مهاجمة لاقمات البكتريا Bacteriophages لخلية البكتيريـــا فإنـــه يـــستطيع مضاعفة مادته الوراثية، وينتج فيروسات جديدة تـــهاجم خلايا بكتيرية أخرى بعـــد تحطيم الخلية المصابة. ولكن بعض الفيروسات البكتيرية عند مهاجمتها للخلية البكتيرية تفقد القدرة على التضاعف وتميل إلى تكامل مادتـــها الوراثيـــة مـــع الكروموســـوم

البكتيرى، ومثل هذه الفيروسات عادة ما تحمل خيطًا مزدوجًا صـــغيرًا مـــن DNA. ويحدث ذلك مع بكتيريا <u>E. coli</u> ويسمى التكامل الجديد Pro-phage ثم تتـــضاعف البكتيريا طبيعيا وينقل الــ DNA الفيروسى إلى الأجيال التالية منها. وبذلك يتضاعف الجينوم الفيروسى دون تدمير لخلية العائل Host.

وقد تؤدى بعض المؤثرات مثل الأشعة فوق البنفسجية إلى فصل المحتـــوى الجـــينى للفيروس من كروموسوم البكتيريا وتبدأ فى تدمير الخلية، ولكن الجينوم المتكامل الجديد من الفيروس والبكتيريا يمكن أن ينتقل إلى عوائل جديدة، بذلك يتم نقـــل المحتـــوى الجينى.



شكل يوضح خطوات الإستقطاع الوراثى بين المادة الوراثية لخلية بكتيرية وخلية فيروس بكتيرى

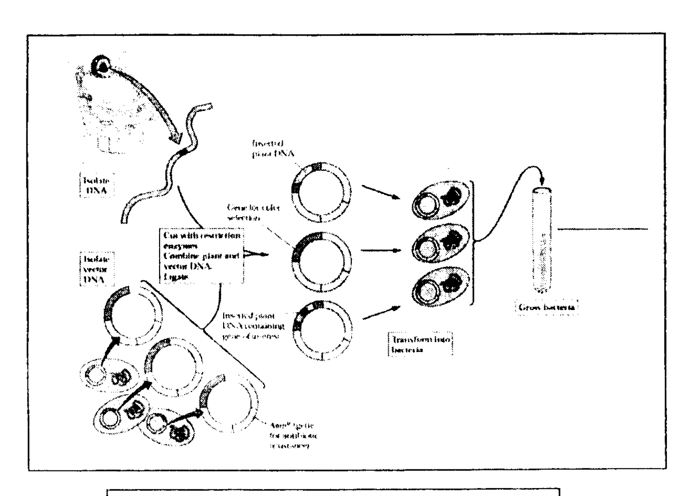
عزل الجينات Gene Isolation

يتم ذلك أما عن طريق فصل كل DNA الموجود بالخليـــة باســـتخدام إنزيمـــات التحلل لتكسير الخلايا وتحرير المحتوى الجينى، أو عن طريق فصل mRNA من المحتوى الجينى ذى الجينات النشطة (مثل خلايا البنكرياس التى تكون الإنسولين)، ثم استخدامه كقالب لبناء شريط مفرد من DNA الذى يتكامل معه باستخدام إنزيم النسخ العكسى Reverse Transcriptase Enzyme. ويمكن أيضا عزل الجينات عن طريق اســـتخدام شعاع الليزر، وذلك بتحديد مكانـــها على الكروموســـومات باســـتخدام الخـــرائط الوراثية ثم فصل الجزء الحامل للصفات الوراثية المرغوبة.

معالجة الجينات Gene Manipulation

إن معالجة الجينات هى مجموعة تقنيات من خلالـــها يتم تقطيع أجزاء محددة مـــن الحـــامض النـــووى DNA بواســـطة إنزيمـــات محـــددة Restriction Enzyme Endonucleases، ثم تدخل هذه الأجزاء (الجينات) المحددة فى جزيئات حلقية سريعة الانقسام (بلازميدات) بواسطة إنزيمات اللصق Ligases، ثم تنقـــل البلازميـــدات إلى بكتيريا أو خميرة (كلها كائنات سريعة الانقسام) أو تدخل إلى مزارع خلايا نباتيـــة أو حيوانية فتتضاعف البلازميدات بما تحمله من جينات بالانقسامات المتتابعة للبكتيريـــا وهو ما يعرف Gene Cloning. ويمكن أيضا باستخدام إنزيمات القطع واللصق تطويل جزىء DNA، وكذلك تقصيره بإضافة أو حذف أجزاء منه، وكل هذه العمليات هى فى إطار معالجات الحامض النووى وهى تستلزم ما يلى:

- القطع واللصق Restriction & Ligation
- تـــهجين الحمض النووى DNA Hybridization



شكل يوضح عمليات المعالجة الجينية

وتتم هذه العمليات جميعًا عن طريق الإنزيمات اللازمة لعملية معالجة الجينات ومنها ما يلى:

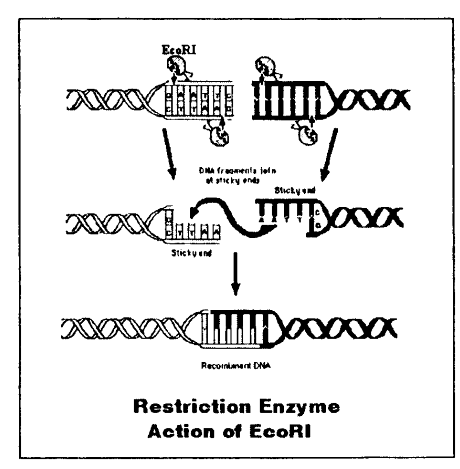
١) إنزيمات القطع Nuclease:

وهى إنزيمات توجد فى البكتيريا لحمايتها حيث يقوم بتكسير أى حامض نووى غريب يدخل إلى الخلية. وتستخدم فى تقطيع الحامض النووى فى أماكن محددة تبعا لنوع الإنزيم، وتتم عملية التكسير من خلال تكسير الروابط الفوسفاتية ثنائية الإستر. ويوجد نوعان من إنزيمات القطع وهما:

١- إنزيمات القطع الخارجية Exonuclease وهى إنزيمات لها القدرة على قطع أو تكسير نيوكليوتيدات من أطراف الـ DNA.

٢- إنزيمات القطع الداخلية Endonuclease، وهى إنزيمات لها القدرة على تكسير الروابط الفوسفاتية ثنائية الإستر داخل جزىء DNA ومنها

الإنزيمات المحددة Restriction Enzymes، والتى تستطيع بعض سـلالات من البكتيريا إنتاجها، وهى إنزيمات تقوم بتحليل المادة الوراثية للفيروسات التى تـهاجمها، وتقوم بتحليـل DNA الفيروسـى دون تحليـل DNA البكتيري نظرًا لاحتواء DNA البكتريا على مجموعة ميثيـل CH_3 محـورة حيث تختلف بذلك فى تركيـبها عن تركيب DNA الفيروسـى فيقـوم الإنزيم بـهضم DNA الفيروسى دون هضم DNA البكتيرى. وقد تمكن العلماء من فصل أكثر من ٢٥٠ إنزيمًا من إنزيمات القصر مـن سـلالات بكتيرية مختلفة، ويقوم كل إنزيم منها بالتعرف علـى تتـابع معـين مـن النيوكليوتيدات من ٤ الى ١٠ نيوكليوتيدة حيث يقوم هذا الإنـزيم بقـص جزىء DNA عند أو بالقرب من موقع التعرف المحتوى علـى تتابعـات النيوكليوتيدات التى يستطيع تحليلها. ومن هنا وجد العلماء الوسيلة الذهبية لقص DNA إلى قطع معلومة من النيوكليوتيدات مما يسهل عملية لـصقها بقطعة أخرى من DNA حسب الحاجة، وذلك باسـتخدام إنـزيم آخـر يسمى اللاصق Ligase.



شكل يوضح طريقة عمل الانزيمات المحددة عن طريق النهايات اللزجة

٢) إنزيمات اللصق **Ligases:**

هى إنزيمات موجودة طبيعيا فى الخلايا ووظيفتها إصلاح التكسير أوالتقطيع الـذى يحدث فى DNA أثناء عملية التضاعف Replication، حيث إن لها القـدرة علـى ربط قطعتين معا. وهذا الإنزيم يستخلص من بعض أنواع بكتيريا الأمعاء E. coli.

٣) إنزيمات البلمرة **Polymerases:**

هى إنزيمات موجودة فى الخلية ودورها الأساسى تضاعف DNA لقدرتـها علـى بناء شريط DNA جديد اعتمادا علـى وجـود قالـب مـن DNA أو RNA، وتستخلص هذه الإنزيمات من البكتيريا، ومـن هـذه الإنزيمـات: إنـزيم DNA Polymerases الذى يستخدم فى تفاعل البلمرة المتسلسـل PCR، ويقـوم ببنـاء DNA جديد، ولكن يستلزم هذا وجود جزىء مزدوج من DNA كبادئ لعمليـة البناء. وإنزيم النسخ العكسي Reverse Transcriptase، وهو إنزيم له القدرة على بناء DNA جديد على قالب من RNA موجود أى لا يستلزم وجود DNA.

٤) إنزيمات تعديل الحمض النووى **DNA Modifying Enzymes**

وهو مثل إنزيمات: Alkaline Phosphatase وهو إنزيم له القدرة على حذف مجموعة فوسفات من نـهاية (5) للحمض النووى. وإنزيم Polynucleotide Kinase وله فعل مضاد لفعل الإنزيم السابق أى يستطيع إضافة مجموعة فوسفات. وإنزيم Terminal Deoxynucleotide Transferase وهو إنزيم له القدرة على إضافة نيوكليوتيدة أو أكثر عند النهاية (3). وإنزيم Topoisomerase وهى إنزيمات لها القدرة على تغير الشكل الفراغى لجزىء الحمض النووى DNA وهى إنزيمات لها أهمية فى تسهيل عمليات النقل الوراثى وذلك بتحويل الشكل الحلقى للبلازميد إلى الشكل الحلزونى والعكس. وإنزيم Methyl Transferase وهى

مجموعة إنزيمات لـــها القدرة على إضافة مجموعة ميثيل CH3 إلى جـــزىء DNA ويعرف الحمض النووى المضاف إليه مجموعة الميثيل بـــ Methylated DNA.

مفاهيم تخصصية فى التكنولوجيا الحيوية

مقـــدمـــة

تعتمد التكنولوجيا الحيوية على مجموعة من التقنيات الحيوية، وأهمهـــا: تقنيـــات الهندسة الوراثية، وتقنيات الأجسام المضادة، وتقنيات زراعة الأنسجة وهذه التقنيـــات الحيوية تعتمد على ثلاث عمليات رئيسة وهى: أولاً: القدرة علـــى عـــزل الجينـــات المرغوبة، وثانيًا: معالجة الجينات بطرق المعالجة المختلفة، وثالثًا: نقل الجينات باستخدام مجموعة من النواقل فى حالة الرغبة فى نقلها أو استخدام عمليات أخرى مختلفـــة تبعًـــا للغرض من العزل، مثل عمل خرائط جينية أو استخدامها فى العلاج الجـــينى. وهـــذه التقنيات مرتبطة بمجموعة من التجارب العلمية التى ظهرت حديثًا فى مجال البيولـــوجى مثل تجارب التحكم فى الجينات والاستنساخ الحيوى، وإعادة تركيب الـــ DNA، وقد وفرت مجموعة من النواقل مثل لاقمات البكتريا وبلازميدات البكتيريا المادة لعمل هذه التقنيات وأصبح لهذه النواقل دوراً اقتصادياً مهماً فى إنتاج كثير من المـــواد الـــصناعية المهمة، وفى علاج الأمراض الوراثية، ومجموعة من التطبيقات الـــتى ســـيأتى ذكرهـــا لاحقا.

مفاهيم تقنيات النقل الجين Gene Transfer

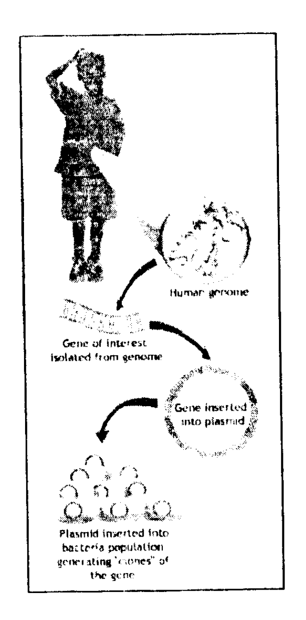
أولاً: النقل الجينى غير التقليدى عن طريق النواقل
Gene Transfer by Vectors

الناقلات هى عبارة عن البكتيريا أو الفيروسات المستخدمة لنقل الجينات من كائن حى إلى آخر فى تكنولوجيا الهندسة الوراثية. وأنواع النواقل كما يلى:

١ – البلازميد Ti - Plasmid

هذا النوع من البلازميد إحدى البلازميدات العديدة التى يستخدمها الباحثون فى عمليات الهندسة الوراثية والموجود فى بكتيريا تسمى أجروبكتيرم توميفاشس Agrobacterium tumefaciens، وهى بكتيريا مسببة لمرض التدرن التاجى لبعض أنواع النباتات ذوات الفلقتين. وهذا النوع من البكتيريا يعد من أوائل البكتيريا التى استخدمها العلماء فى عمليات الهندسة الوراثية وذلك لاحتوائها على بلازميد طوله يبلغ نحو ٢٠ كيلو قاعدة نيوكليوتيدية يسمى Ti-Plasmid يمكن استخدامه فى نقل جين غريب أو أى تتابع من DNA غريب إلى خلايا النبات، وذلك بأن نطعم هذا الجين فى البلازميد بعد حذف ما يحمله من الجينات المسببة للمرض، ثم نستزرع خلايا النبات المطعم بالمادة الوراثية الجديدة بتقنية زراعة الأنسجة، والتى يمكن أن تعطى نباتات كاملة تحمل الجين الغريب أو الجديد. ويحتوى بلازميد Ti على مناطق رئيسة وهى منطقة منشأ التضاعف Origin of Replication، وتحوى الجين المسئول عن التزاوج Conjugation، والجين المسئول عن عمليات الأيض للمركبات التى تستخدم كمصدر للكربون والنيتروجين والمنطقة المرضة Virulence region ومنطقة T-DNA، وهى التى تنتقل إلى الخلية النباتية بطريقة مماثلة لطريقة الاقتران وذلك بمساعدة المنطقة المرضة، وهى التى تحدد العائل المناسب للبكتيريا وينقل T-DNA إلى الخلية النباتية بغض النظر عن المعلومات الوراثية الذي يحملها، وهو غالبًا ليس له دور فى

عملية نقل Ti بلازميد إلى الخلية النباتية، وهذه ميزة الأجروباكترم حيث يمكن نزع هذه المنطقة من البلازميد وتركيب قطعة جديدة من DNA تحمل معلومات وراثية مهمة ومطلوبة. ومنطقة T-DNA محصورة بتتابعات من DNA من جهة اليسار تعرف بالحدود الشمالية left border، ومن اليمين بالحدود اليمينية right border، ومما هو جدير بالذكر أن عملية النقل يمكن أن تتم بكفاءة إذا حدث تغير أو تحطيم المنطقة الشمالية ولكن المنطقة اليمينية هى منطقة أساسية وحيوية لحدوث النقل الوراثى.

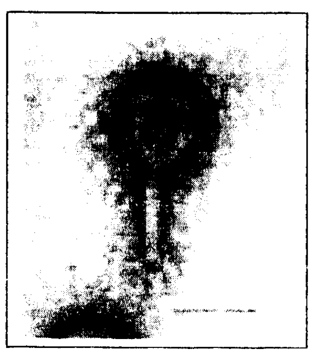


شكل يوضح استخدام البلازميد فى نقل الجينات البشرية وانتاجها فى المزارع البكتيرية

٢- لاقمات البكتريا Bacteriophages

هى فيروسات تصيب البكتيريا وتتكون من DNA وغلاف بروتينى يشبه الذيل يمسك به الخلية البكتيرية التى يهاجمها، والذى يسبب انفجارها بعد إصابتها بـ ٢٠

دقيقة مكونًا مائة من خلايا فيروسية كاملة التكوين. ويدل ذلك على أن المادة الوراثية الفيروسية استطاعت النقل إلى البكتيريا. وبذلك يمكن استخدام DNA الفيروسي لإدخال أى جين مرغوب إلى خلايا البكتيريا بعد إزالة DNA المسبب لإصابة البكتيريا.

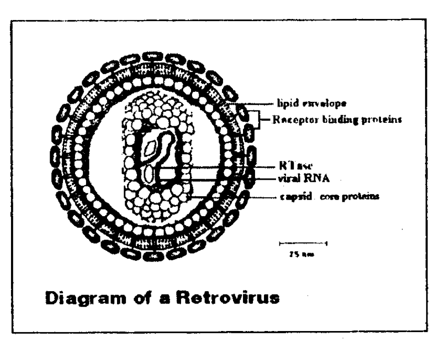


شكل يوضح لاقمات البكتيريا

٣- الفيروسات Viruses

الفيروسات كائنات تتميز باحتوائها على مادة وراثية يحيط بها غلاف بروتيني من الجليكوبروتين، ولكنها لا تستطيع التضاعف بنفسها إلا بمعونة كائن حى آخر. وتكون هذه المادة الوراثية عادة من DNA الذى يؤلف عدد من الجينات فى صورة شريط أو حلقة ويبلغ طوله ٥٠ ألف زوج من القواعد، ويعتمد الفيروس فى تكاثره على خلية العائل، وله القدرة على تسخير آليات النسخ فى خلية العائل وآليات الترجمة والتضاعف للإكثار من جيناته لتخرج الفيروسات الجديدة من الخلية، وقد تقتل الخلية ثم تصيب غيرها. وهناك فيروسات تتكون مادتها الوراثية من RNA المفرد وتسمى الفيروسات الارتجاعية Retro-viruses مثل الفيروس المسبب لمرض الإيدز، وهى لا تصيب إلا الخلايا التى تنقسم وتقوم عند دخولها لخلية العائل بنسخ عكسى لجزئ الـ RNA لتشكل نسخة من DNA مفردة ثم تصنع لها الشريط المكمل له

لينضم إلى DNA الخاص بخلية العائل، ويصبح جزءاً منها يتضاعف معه فينسخ ويترجم لتخرج منه نسخ من RNA الفيروسى والأغلفة البروتينية الفيروسية التى تشكل منـــها فيروسات جديدة تصيب الخلايا الأخرى. ومن الفيروسات العامـــة أيـــضا كناقـــل الباكيلوفيروس Baculovirus، وهو يعتبر وسيلة مهمة لإدخـــال الجـــين فى خلايـــا الحشرات لأنه عبارة عن فيروس لا يصيب إلا الحشرات، ولذلك يستخدم فى اختبـــار مدى تعبير الجين المنقول للحشرة عن نفسه، هذا بالإضافة إلى إمكان إنتاج الـــبروتين داخل بيئة خلايا الحشرة أو اليرقة.



شكل يوضح الفيروسات الارتجاعية

٤ – الجينات المتحركة (Movable genes)

تستخدم أجزاء من DNA تسمى بعوامل التنقل Transposable Elements، وهى منتشرة فى الطبيعة وتوجد فى معظم أنواع النباتات والحيوانات ولها القدرة على التنقل من مكان لآخر داخل المحتوى الجينى Genome وبذلك يمكن أن يمـــسك بـــها أى عامل وراثى Gene ويمكن أن تدخل فى موقع وسطى منه، ولذلك تستعمل فى إحداث الطفرات.

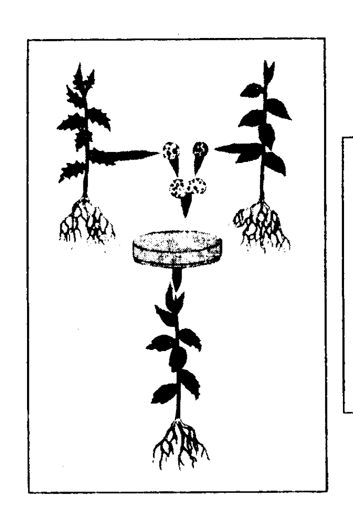
ثانياً: النقل الجينى غير التقليدى عن طريق المعالجات الكيمائية والفيزيقية

١- النقل المباشر باستخدام البوليميرات

ويتم فيها نقل DNA دون الحاجة إلى عائل حيوى وسيط مثل البكتيريا أو الفيروسات. وقد تم النقل المباشر للبروتوبلاست، وهى خلية منزوعة الجدار الخلوى لتمنع إعاقة وصول البلازميد إلى داخل الخلية النباتية (ويتم ذلك عن طريق حدوث ثقوب أو خلل فى تركيب الغشاء البلازمى للبروتوبلاست مما يسمح بمرور الجزيئات كبيرة الحجم مثل البلازميد) ويتم نقل البلازميد إلى داخل الخلية عن طريق استخدام بعض البوليمرات مثل البولى ايثلين جليكول PEG فى وجود بعض الأيونات مثل الكالسيوم والماغنسيوم والزنك والبوتاسيوم، وقد وجد أن إضافة هذه المواد تزيد من كفاءة النقل الوراثى، وذلك لأنها تحمى DNA من التكسير بواسطة الإنزيمات وتزيد من نفاذية الغشاء البلازمى وتسهل مرور DNA إلى الخلية.

٢- دمج البروتوبلاست Protoplast Fusion

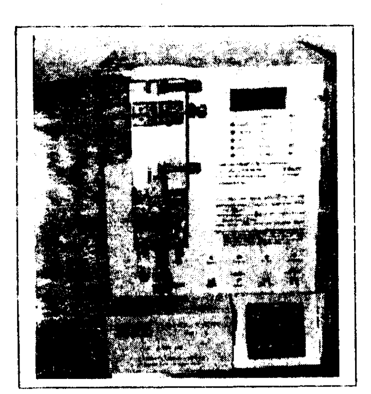
تستخدم هذه الطريقة عادة فى النباتات حيث يمكن إحداث التصاق اثنين من البروتوبلاست معا ثم اندماجهما، ويتكون هجين جسمى Somatic Hybrids، وإذا حدث اندماج للبروتوبلاست دون أن تندمج الأنوية بمعنى اندماج السيتوبلازم فقط يتكون Cybrid، ويحدث اندماج البروتوبلاست بمساعدة الكيمائيات ويسمى دمج كيميائى Chemical induced Fusion، أو عن طريق تيار كهربى مستمر ويسمى دمج كهربى Electrofusion، وفى كلتا الحالتين يتكون هجين جسمى يحتوى جميع الصفات الموجودة فى النباتين بغض النظر عن التوافق الجنسى بينهما، وبهذا يمكن نقل أكثر من جين أو صفة يتحكم فيها العديد من الجينات Polygenic.



شكل تخطيطى يوضح دمج بروتوبلاست خليتين نباتيتين مختلفتين فى الاصل الوراثى

٣- الحقن الدقيق Microinjection

وتستخدم أكثر فى حالة الحيوان أو الإنسان ويكون الهدف منها هو نقـــل جـــين لبويضة واحدة أو عدة بويضات على الأكثر، وفى حالة الحقن الدقيق تستخدم أنبوبـــة شعيرية دقيقة لنقل البلازميدات إلى نواة الخلية.



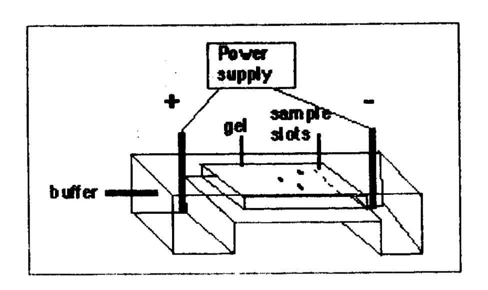
شكل يوضح جهاز الحقن الدقيق

٤- استخدام أشعة الليزر laser micro-beam

كما تستخدم أشعة الليزر؛ لأن لها القدرة على عمل ثقوب فى جدار الخلايا الـتى تسهل إدخال البلازميدات إلى الخلية.

٥- الثقب الكهربى Elctroporation

وفيها يتم دخول البلازميدات المراد نقلها من خلال نفاذية الغشاء البلازمى للخلية الذى يزداد نتيجة وجود البروتوبلاست فى مجال كهربى عن طريق تيار كهربى مستمر يتم من خلاله توليد صدمات كهربية معلومة فرق الجهد والسعة والـزمن، ومـزودة بأنبوبة مناسبة بين القطبين لوضع العينة المراد عمل النقل الوراثى لها تحـت ظـروف معقمة ويتم ذلك عن طريق جهاز Elctroporator.

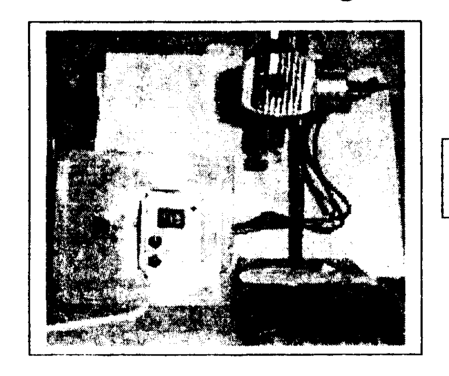


شكل يوضح عملية الثقب الكهربى

٦- مسدس الجينات Gene Gun

وهى طريقة ذات كفاءة، وتستخدم فيها خاصية غاز الهيليوم الخامل، حيث يـتم التحكم فى غاز الهيليوم من أسطوانة هيليوم من خلال صمام تحكم فى دفع جزيئـات دقيقة جدًا من الذهب أو التنجستين مغطاة بالبلازميد المراد نقله للخلية النباتية بمساعدة مادة غروية لاصقة تزيد من التصاق البلازميدات على جزيئـات الـذهب الخاملـة. وتعرف هذه الجزيئات بالقذيفة الدقيقة Microprojectle، ويساعد على زيادة سـرعة القذائف تفريغ هواء الماسورة والحجرة الزجاجية التى تحتوى العينة وذلـك بمـساعدة

مضخة تفريغ هواء وبمرور القذيفة خلال شبكة معدنية تتـــشعب إلى مجموعـــة مـــن القذائف الدقيقة التى تصطدم بالنسيج الحيوي وتخترق خلاياه.

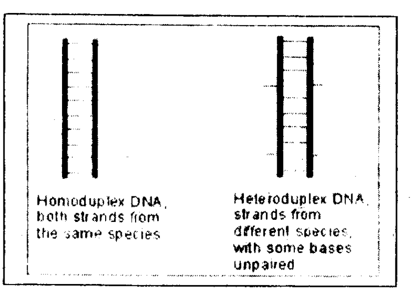


شكل يوضح
مسدس الجينات

مفاهيم التقنيات الحيوية
Biotechnology Technique
١ – تقنية تــهجين الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى
DNA Hybridization

من المعروف علميًا أنه برفع درجة حرارة جزىء DNA إلى ٩٤°م تنكسر الروابط الهيدروجينية التى تربط القواعد النيتروجينية المتزاوجــة فى شــريط DNA، ويتكــون شريطان مفردان غير ثابتين، وعند خفض درجة حرارة جزىء DNA فإن الأشــرطة المفردة تفضل الوصول إلى حالة الثبات، وذلك عن طريق تزواج كل شريط مع شريط آخر لتكوين حلزون مزدوج، ويمكن لأى شريطين من جزىء DNA أو جزىء RNA تكوين شريط مزدوج إذا وجد بينهما تتابعات ولو قصيرة من القواعـــد النيتروجينيـــة تحدد بشكل واضح شدة التصاق الشريطين بل ويمكن قياس شـــدة الالتـــصاق بـــين شريطى النيوكليوتيدات لجزىء DNA أو جزىء RNA بمقدار الحرارة اللازمة لفصل

الشريطين مرة أخرى لأن العلاقة بين شدة الالتصاق ودرجة حرارة الفصل علاقة طردية أى إن: شدة الالتصاق α درجة حرارة الفصل. ويمكن أيضا استخدام قدرة الشريط المفرد من DNA أو RNA على الالتصاق طوليًا فى لولب مزدوج هجين لمزج الأحماض النووية من مصدرين مختلفين من الكائنات الحية، ويتم ذلك من خلال تقنية PCR وهى تقنية متقدمة تتطلب معرفة تتابعين قصيرين من ثمانى عشرة إلى ثلاثين نيوكليوتيدة يحددان الجين أو التتابع المطلوب تكثيره من الجانبين على شريط DNA المزدوج، والتى تستخدم كقوالب لتمثيل تتابعات جديدة وذلك فى وجود إنزيم بوليميرز DNA Polymerase، والمأخوذ من بكتريا ثرموس اكواتيكس Thermus aquaticus المائية المحبة للحرارة، ويتم تحضير التتابعات عن طريق جهاز مخلق DNA Synthesis، وذلك برفع درجة الحرارة إلى ٩٤م° ثم يسمح للخليط أن يبرد بعد خمس دقائق من ٣٠ إلى ٧٢ م° فتتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية، و يتكون أيضا عدد من اللوالب المزدوجة الهجين (شريط مزدوج يتكون من شريط مفرد يتكون من المصدر الاول بالإضافة إلى شريط مفرد من المصدر الثانى)، وذلك بالتحام البادئة كل بالتتابع المكمل ثم تسخين المحلول مرة ثانية إلى ٩٤م° فينفصل اللولبان المزدوجان كل إلى شريطه، وهكذا عدة مرات يتم نسخ نسخ عديدة من الجين المطلوب، ثم يتم تنقية الجين عن طريق التفريد الكهربى بالجل Gel Electrophoresis الذى يفصل جزىء DNA من كل الشوائب المتعلقة به من طلائع أو بوليميرز أو أطوال أخرى من DNA.



شكل يوضح تهجين DNA



صورة توضح وحدة التفريد الكهربى للجينات بالجل

٢- تقنية DNA معاد الاتحاد DNA Recombinant

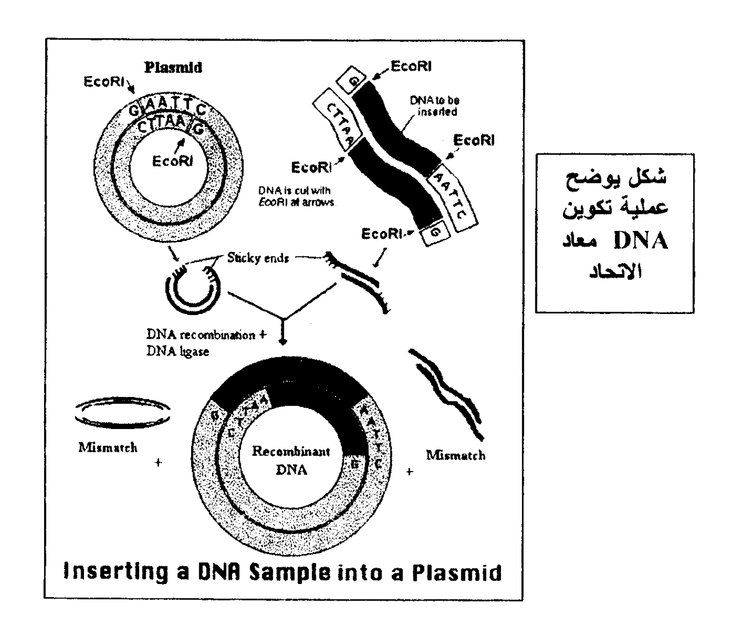
إن مفهوم DNA معاد الاتحاد يعنى إدخال جزىء من DNA الخاص بكائن حى إلى خلايا كائن حى آخر. وتعتمد هذه العملية فى الأساس الأول على الفهم العلمى والإحاطة بالصفات المطلوب تطويرها فى الكائن الجديد ومعرفة الخريطة الكاملة للترتيب الجينى فى كل من الكائن الذى سنأخذ منه الجين، وكذلك الكائن الذى سننقل له هذا الجين، لأن الجين المنقول لابد أن يدخل فى منطقة معينة من التسلسل الجينى لعدم حدوث اضطرابات تحت خلوية، وعملية التحوير أو النقل الجينى تعنى إضافة تتابع شفرى جديد مسئول عن وظيفة معينة تكتسبها السلالة الجديدة دون التغيير فى الترتيب الشفرى. وتنتقل هذه الصفة كصفة وراثية مكتسبة للجيل الجديد. وهذه العملية تتم بالحصول على الجين بفصل الجين من الجزىء الأصلى DNA بواسطة إنزيمات القصر ثم لحم الجين المفصول إلى جزىء DNA جديد باستخدام إنزيمات الربط. ويمكن تكوين سلالات محورة عن طريق السير فى الخطوات التالية:

١- الحصول على خلية وحيدة من الكائن، ومنها نحصل على النواة، ثم نحصل على جزىء DNA الذى سيفصل منه الجين المرغوب.

٢- يتم فك حلزون DNA ثم إحداث قطع دقيق للشريط عند منطقة الـــشفرة التى تحمل الصفة المراد اضافتها لخلية الكائن.

٣- تعاد الخطوة الاولى مع الخلية المنقول إليها الجين.

٤- يتم فك الحلزون وإحداث قطع فى شريط DNA مماثل لطـــول الـــشفرة الجينية المراد إضافتها ثم يتم لحام الشريط مرة أخرى.

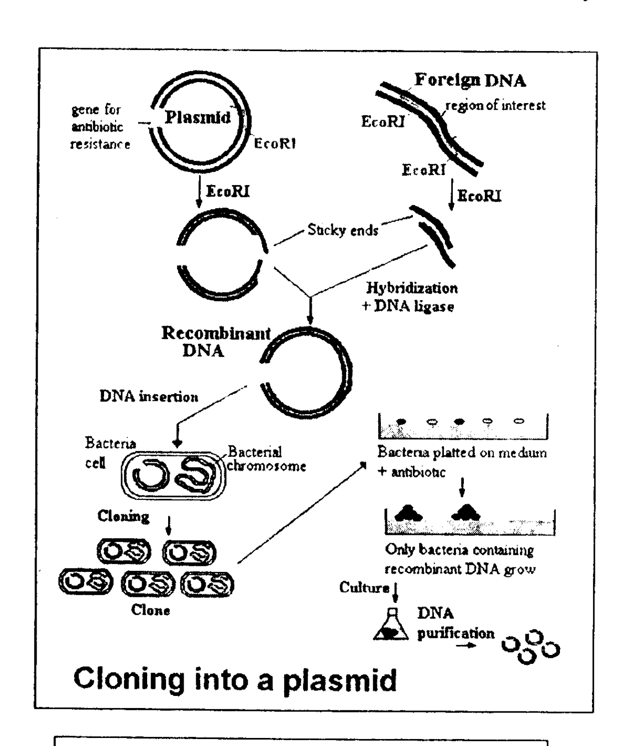


شكل يوضح عملية تكوين DNA معاد الاتحاد

٣- تقنية إكثار الجين (الكلونة) Gene Cloning

تعنى الكلونة إكثار الجينات أو الخلايا أو الكائنات الحية بحيـــث نحـــصل عليهـــا متماثلة تماما وتحتوى على نفس التركيب الوراثى. وعلى مستوى إكثار الجينات هناك تقنية تعرف بكلونة الجينات، وهى تقنية تعنى بإكثار جين معين وذلك بـــدمج الجـــين

المراد إكثاره فى بلازميد حامل ثم نقل البلازميد إلى الكائن الحى غالبا ببكتريا E.coli، وبتضاعف البكتريا وانقسامها عدة مرات فى وقت قصير فإن البلازميد أيضا يتضاعف بنفس معدل تضاعف البكتريا اللانـــهائى، وبالتالى يمكن الحصول على نسخ عديـــدة من الجين المطلوب.



شكل يوضح عملية كلونة الجينات باستخدام البلازميدات

٤- تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل

Polymerase Chain Reaction (PCR)

وهى تقنية اكتشفها العالم كارى موليس Kary Mullis عام ١٩٨٣، والذى حصل على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٩٣، وتعنى إكثار DNA فى المعمل. وفيها يتم تكرار قطعة من DNA ملايين المرات وبسرعة، وتتم فى الخطوات التالية:

١- تحضير مخلوط من DNA وإنزيم DNA Polymerase والقواعد النيتروجينية والبادئ والمحلول المنظم المناسب لعمل الإنزيم.

٢- وضع زيت على سطح المخلوط ثم ترفع درجة حرارته إلى ٩٤م° لمدة خمس دقائق لفصل حلزون DNA إلى شريطين منفصلين.

٣- يحدث التحام مع البـــادئ، وذلك بخفض درجة الحرارة إلى ٤٠م° لمدة خمس دقائق.

٤- يحدث استطالة للبادئ برفع درجة الحرارة إلى ٧٢م° الدرجة المناسبة لعمل الإنزيم.

٥- تحدث دورة ثانية بين ٣٥-٥٠م° لعمل التحام.

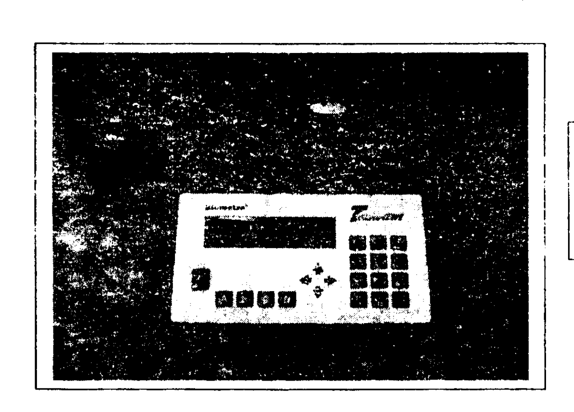
٦- عمل عدة دورات من PCR وتكرار العملية السابقة عدة مرات.

وهكذا يمكن استخدام PCR، للحصول على كمية كبيرة من حمض نووى غير معروف كالتالى:

- تنقية الحمض النووى.
- إضافة بادئ معروف تعاقبه عند النهاية (5) للشريط المكمل وآخر عند النهاية (3) لنفس الشريط.
- السماح بعمل دورتين أو أكثر لاستطالة الحمض النووى، ويستخدم DNA Polymerase.

ويتحكم فى هذه التقنية عدة عوامل هى:

- نوع الجهاز المستخدم حيث يجب الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة فى أقل وقت ممكن.
- درجة حرارة التفكيك وذلك يحدث عند ٩٤م°.
- تعرف البادئ على التتابع المكمل له على شريط DNA المفرد ويكون ذلك بخفض الحرارة إلى ٣٥م°.
- تطويل البادئ Primer، وتعتمد على دور إنزيم البلمرة الذى يقوم باضافة القواعد النيتروجينية فى درجة حرارة ٧٢م°، وهى الدرجة المثلى لقيام الإنزيم بوظيفته.
- تركيز إنزيم البلمرة والقواعد والبادىء وحامض DNA المراد تكبيره، والتركيز المناسب ما بين ٠,٥ إلى ٢ وحدة بالنسبة للبادئ والقواعد، و٢٠ إلى ٦٠ نانوجرام بالنسبة DNA ،كما يعتمد أيضا على نقاوة DNA.



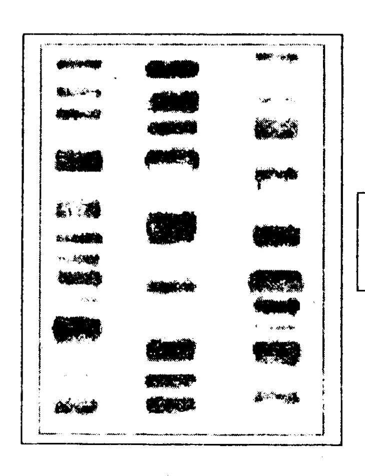
صورة توضح
جهاز
PCR

٥- الحامض النووى الديؤكسى ريبوزى المكمل
Complimentary DNA (cDNA)

هو جزىء DNA يتم تخليقه باستخدام الحامض النووى الريبوزى mRNA كقالب، وذلك بمساعدة إنزيم النسخ العكسى Reverse Transcriptase، وبالتالى فإن تتابع النيوكليوتيدات على جزىء DNA المخلق يكون مكملاً لتتابعها على mRNA، وتستخدم هذه التقنية فى عزل الجين حيث يتم تنقية mRNA وبطريقة عكسية يمكن تخليق cDNA، وبالتالى الجين المطلوب.

٦- تقنية البصمة الوراثية DNA Fingerprint

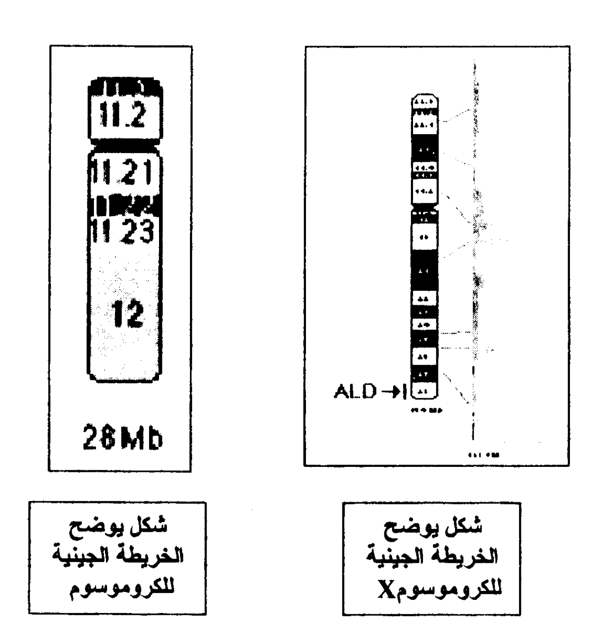
هى مجموعة من طرق البيولوجيا الجزيئية تستطيع إظهار الاختلافات فى تتابع النيوكليوتيدات على شريط الحامض النووى DNA. وبدراسة الاختلافات الوراثية على مستوى المادة الوراثية نفسها DNA يمكن الكشف عن كل الاختلافات الوراثية على أساس وراثى عن طريق التكبير العشوائى للحامض النووى DNA، ويسمى Random Amplified Polymorphic DNA، وهو أحد التطبيقات المباشرة لتفاعل البلمرة المتسلسل PCR، وهو تفاعل يؤدى إلى تخليق DNA معمليًا خارج الخلية الحية، وذلك بواسطة إنزيم Tag Polymerase، وإضافة القواعد النيتروجينية، وتوفير درجة الحامضية والقاعدية المناسبة، ودرجات الحرارة اللازمة لعمل الإنزيم. وبإضافة بادئ (شريط مفرد من DNA معروف تتابع قواعده قصير لا يزيد طوله عن ٢٠ نيوكليوتيدة) يتمكن إنزيم البوليميرز من تخليق شريط DNA جديد فى الأنبوبة، ويتم داخل جهاز PCR وهو يشبه إلى حد كبير الحمام المائى. وباستخدام هذه التقنية لتكبير DNA لعينات حامض نووى من مصادر مختلفة وجد أنها مفيدة فى الكشف عن الاختلافات الوراثية.



شكل يوضح البصمة الوراثية

٧- تقنية الخرائط الجينية Gene Mapping

جاءت أعمال العالم مورجان فى القرن التاسع عشر لتوضح أن الجينات توجد فى تركيب خطى على الكروموسومات الموجودة بنواة الخلية، وأن الجينات التى تقع على نفس الكروموسوم تكون مجاميع ارتباطية، وأنه من الممكن بحساب معدل العبور بينها معرفة مواقعها بالنسبة لبعضها البعض. وقد تمكن مورجان من تحليل ورسم خريطة الارتباط للدروسوفيلا بوحدات تسمى السنتيمورجان، وهو ما يعادل نسبة ١٪ عبور. ونظرًا لأن توزيع الجينات على الكروموسوم مقنن وليس عشوائيًا، فإن العلماء استطاعوا بذلك وضع خرائط وراثية، وهى عبارة عن عرض بيانى للمسافات النسبية بين الجينات، ويعبر عنها بالنسب المئوية للاتحادات الجديدة بين جينات المجموعة الارتباطية الواحدة المحمولة على كروموسوم واحد. ومن وسائل عمل الخرائط الوراثية باستخدام تقنية PCR، أو باستخدام الإنزيمات المحددة Restriction Enzymes



شكل يوضح الخريطة الجينية للكروموسوم X

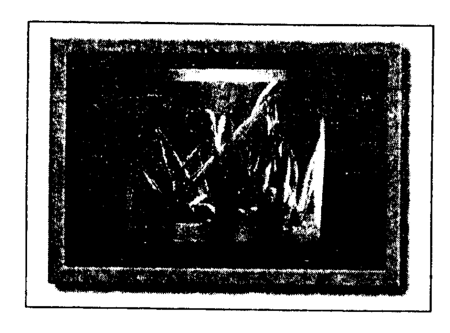
شكل يوضح الخريطة الجينية للكروموسوم

٨- تقنية زراعة الخلايا والأنسجة
Cell and Tissue Culture

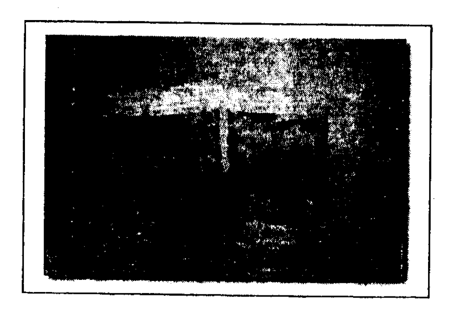
وهى تقنية تعتبر محاكاة للتضاعف الخضرى الطبيعى الذى يحدث عن طريق التطعيم والترقيد والتعقيل وكلها تعتمد على الانقسام الميتوزى الخلوى. أما تقنية مزارع الخلايا والأنسجة فيقصد بها نمو خلايا وأنسجة أو أجزاء نباتية مختلفة فى أوان زجاجية وأحيانا بلاستيكية تحتوى على بيئات مغذية صناعية تتكون من العناصر الغذائية التى يحتاجها النبات، ويتم ذلك تحت ظروف كاملة التعقيم وتسمى هذه الأوانى بمزرعة أنسجة ويتم حفظها فى حضانات يمكن التحكم فى درجة حرارتها

وإضاءتـــها وفقًا للاحتياجات المناسبة للنبات. ويختلف نوع زراعة الأنـــسجة وفقـــا للمادة النباتية المنـــزرعة ومنها:

- زراعة النبات Plant Culture، ويقصـــد بـــــها زراعـــــة البـــادرات والنباتات الكاملة.
- زراعة الأعضاء Organs Culture، ويقصد بـــها زراعة الأعضاء النباتيـــة مثل الأوراق والجذور.
- زراعة الكالس Callus Culture، ويقصد بـــها زراعـــة الخلايـــا غـــير المتكشفة، والتى تكونت على الأجزاء المجروحة للمنفصلات النباتية.
- زراعة الجنين Embryo Culture، ويقصد بـــها زراعة الأجنة المفـــصولة سواء كانت أجنة مكتملة أو غير مكتملة النمو.
- زراعة الخلايا المعلقة Suspension Culture، ويقـــصد بــــها زراعـــة الخلايـــا Cell Culture بصورة منفردة أو على هيئة تجمعـــات خلويـــة صغيرة جدًا فى بيئة مغذية سائلة.
- زراعة البروتوبلاست Protoplast Culture، ويقصد بـــها زراعة الخلايـــا منـــزوعة الجدر الخلوية.
- زراعة المتك وحبوب اللقاح Anther and Haploid Culture، ويقـــصد بـــها زراعة المتوك كاملة وبداخلها حبوب اللقاح أو زراعـــة حبـــــوب اللقاح فقط.
- زراعة المبيـــض Ovule Culture، ويقصـــد بـــــها زراعـــة عـــضـــو التأنيث الزهرى.



شكل يوضح تقنية زراعة الأنسجة (الصبار)



شكل يوضح تقنية زراعة الأنسجة (البولونيا)

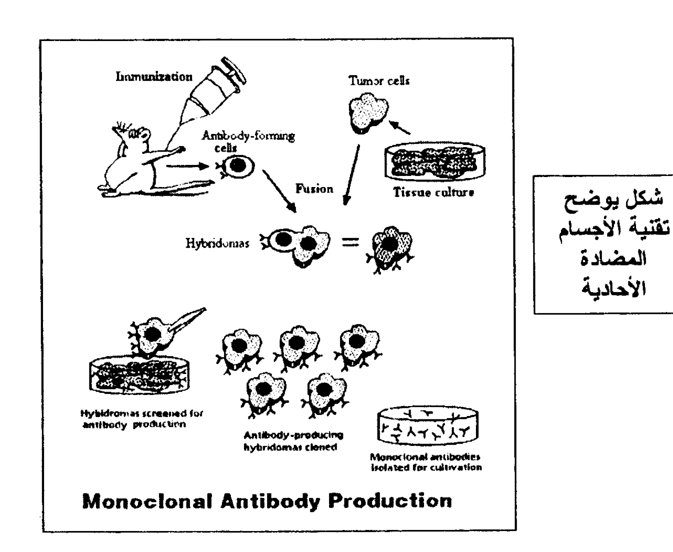
٩- تقنية الأجسام المضادة Antibodies

هي تقنية تعتمد على التفاعل ما بين الإنتجين والجسم المضاد المتكون أو نتيجة الحقن في حيوان التجارب، وفي هذه التقنية يوجد نوعان من الأجسام المضادة وهي:

١- الأجسام المضادة الأحادية Monoclonal Antibodies

الأجسام المضادة هى مواد بروتينية تفرزها كرات الدم البيضاء عند مهاجمتها من قبل البكتيريا أو الفيروسات. ويمكن إكثار هذه الخلايا بكميات هائلة، وذلك بلحم الخلية المنتجة للأجسام المضادة مع خلية سرطانية Myeloma، والتى تتضاعف بسرعة دون أن يكون لها آثار ضارة على باقى الخلايا. ويطلق على الخليتين الملتحمتين بالهجن

Hybridoma، وهى تتكون من أى خلية لها القدرة على إفراز أجسام مضادة مع خلية أخرى لها القدرة على إفراز ورم سرطانى، ثم زراعته فى بيئة صناعية مغذيــة حيــث يتضاعف الهجين بأعداد هائلة. ويمكن الحصول على العديد من الأجسام المضادة للكثير من الإنتيجينات الخاصة بالفيروس أو البكتيريا عن طريق حقنها فى خلايا ليمفاوية لفأر ثم دمجها مع خلية سرطانية والناتج من الأجسام المضادة الأحادية يسمى MBA.



شكل يوضح تقنية الأجسام المضادة الأحادية

٢- الأجسام المضادة المتعددة Polyclonal Antibodies

وهي الأجسام المضادة المتكونة في حيوان التجارب (أرنب، أو ماعز، أو دجاج)، وهي عبارة عن مواد بروتينية تفرزها كرات الدم البيضاء في الجسم عند مهاجمته بمواد غريبة عن الجسم فعند حقن الحيوان بالبروتين المــستخلص (الإنتــيجين Antigen) يتكون في جسم الحيوان الأجسام المضادة له Antibodies، ويتم سحب دم الحيــوان

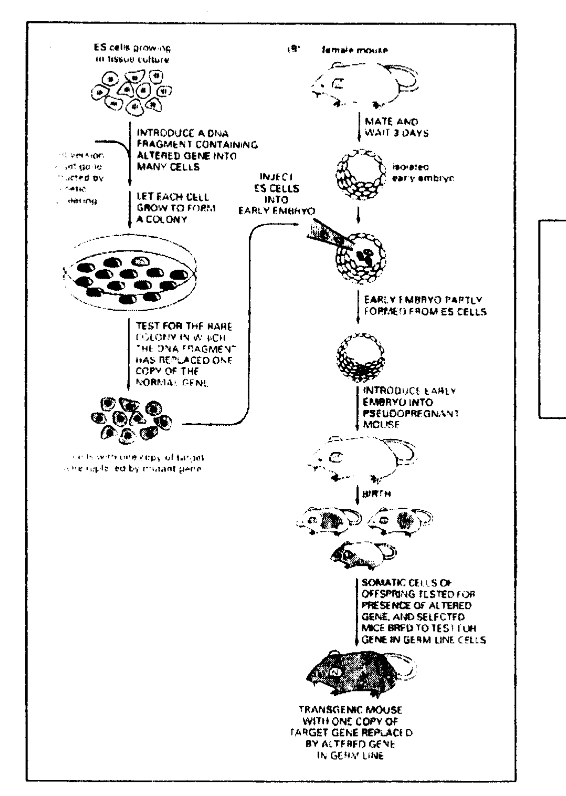
بعد فترة معينة من الحقن حيث يتم التخلص من كرات الـدم الحمـراء والاحتفـاظ بالبلازما وهي التي تحتوي على الأجسام المضادة.

وكلتا الطريقتين تستخدم كتقنية حديثة تابعة لعلم الـسيرولوجي للتفرقـة بـين الكائنات وإيجاد درجة القرابة وتستخدم حاليا في مجال أمراض النبات كوسيلة لتحديد درجة الإصابة بالأمراض النباتية.

ثانياً: تطبيقات التكنولوجيا الحيوية

(١) فى مجال الزراعة والإنتاج الحيوانى

إن مجال التكنولوجيا الحيوية معقود عليه آمال كثيرة فى تـوفير الغـذاء وتقليـل استخدام طاقة البترول. التى يمكن الاعتماد عليها بنسبة ٨٠٪ من النمـو فى الزراعـة. وذلك لأن بتطبيق التكنولوجيا الحيوية يمكن تقليـل اسـتخدام المبيـدات والأسمـدة والهرمونات، وإنتاج نباتات تتحمل الجفاف والملوحة والآفات، وإنتاج نباتـات ذات وجودة عالية تتحمل التخزين. بالإضافة إلى الاستفادة من المخلفات وتحويلها إلى قيمة مضافة وبالتالى حماية البيئة من التلوث مع تقليل تكلفة الإنتاج، وخلق وظائف جديدة. وقد نجحت تقنيات التكنولوجيا الحيوية فى تحسين خصائص النباتـات والحيوانـات وزيادة إنتاجها وقيمتها الغذائية، كما ظهرت إمكانية إنتاج كائنات حية معدلة وراثيا Transformants، والتى تعنى كائنات تحتوى وحداتـها الوراثية على جـزىء DNA من كائن آخر، وهى تقنية تعتمد على البحث عن الجينات المرغوبة ثم عزلها ونقلها إلى كائنات مختلفة، ويلى ذلك دراسة قدرة الجينات المنقولة علـى التعـبير Expression، والاتحاد Recombination، والثبات الوراثى Stability، فى الكائن الجديد.



شكل يوضح كيفية تكوين الحيوانات المحورة وراثياً

وسوف نعرض بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى المجال الزراعى ومجال الإنتاج الحيوانى.

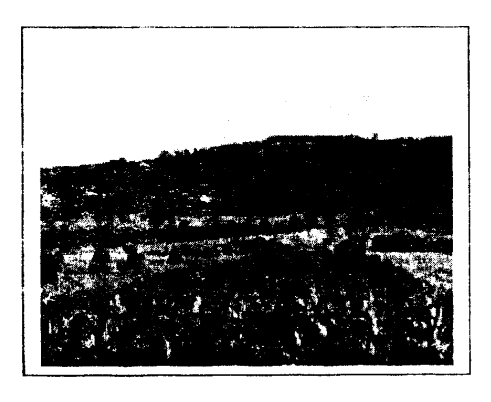
١- مجال الزراعة

حيث تمكن العلماء من:

- إنتاج نباتات مقاومة للحشرات مثل دودة ورق القطن وديدان اللوز وثاقبات الذرة.

- إنتاج نباتات مثل البطاطس والكنتالوب مقاومة للأمراض الفيروسية لحوالى ٢٢ فيروسًا.
- إنتاج نباتات مقاومة للأمراض الفطرية مثل حماية بنجر السكر والخس والبطاطس والطماطم عن طريق إدخال جين يتحكم فى إنزيم كيتينيز الذى يذيب الكيتين الموجود فى جدر خلايا الفطر، وهو جين مستخلص من إحدى أنواع البكتيريا، كما تستخدم في إنتاج أصناف قطن مقاومة لمرض الذبول الوعائي بحيث أن جميع أصناف القطن المنزرعة حاليا تم تربيتها لتكون مقاومة لهذا المرض الذي كان يشكل مشكلة كبيرة للمزارعين.
- إنتاج المبيدات الحيوية لمقاومة الكثير من الحشرات غمدية وحرشفية الاجنحة التى تصيب البطاطس والذرة، كما تم إنتاج مبيد لمقاومة الديدان التى تهاجم الكرنب والقرنبيط والخس.
- إنتاج نباتات تثبت النيتروجين من الجو مثل الأرز والقمح والأشجار الخشبية.
- تحسين القيمة الغذائية لكثير من النباتات مثل فول الصويا والذرة وزيادة إنتاج البروتينات المرغوبة.
- تحسين خواص حفظ الطماطم وجودة البطاطس وإنتاج شيبسي لا يستهلك كمية زيت كثيرة. كما أمكن عزل جين من فراشة دودة الشمع وإدخاله لنبات البطاطس لإكسابها مناعة ضد اسوداد لونها أثناء النقل والتسويق لرفع قيمتها التسويقية.
- تحسين خواص التيلة فى القطن، وتحسين خصائص الموز ليتحمل الشحن مسافات طويلة.

- استخدام الأجسام المضادة الأحادية والمتعددة ومجس الحمض النـــووى فى تشخيص أمراض النبات وعلاجها أيضا.
- إنتاج نباتات تتحمل الجفاف والملوحة والظروف القاسية.
- استخـــدام النبـــاتـــات كمـــصـــانـــع حيويـــة لإنتـــــاج الأدويـــة والبروتينات والإنزيمات.
- وقاية نبات البسلة من أخطار يرقات السوس التى تتغذى علـــى حبـــوب البسلة، وذلك عن طريق إدخال جين Bt إلى تكوينها الوراثى.
- تخليق فيروس يحتوى على سم مستخلص من أنثى العنكبوت الـــذى لـــه القدرة على شل الحشرات وقتلها للقضاء السريع عليها.
- التعرف على بروتين فى البذور يمنع من هضم النـــشا ويبطـــئ مـــن نمـــو الحشرات، وقد تم عزل هذا الجين وإكثاره وإدخاله فى بروتوبلاست الأرز مما أدى إلى إبطاء نمو الخنافس بمعدل خمس مرات.
- استنساخ العديد من النباتات عن طريق مزارع الخلايا والأنسجة النباتيـــة. ولقد أمكن استخدام هذه التقنية فى الإكثار السريع للنباتات ذات الأهميـــة الاقتصادية وبخاصة الأصناف التى تتميز بالجودة الإنتاجية.



صورة توضح حقل ذرة معدل وراثيا

٢- مجال الإنتاج الحيوانى

أما عن مجال الإنتاج الحيوانى فإن من أمثلة التطبيقات فى هذا المجال ما يلى، حيث تمكن العلماء من:

١- زيادة إنتاج اللبن من الأبقار عن طريق حقن الأبقار بهرمون منتج بطريقة الهندسة الوراثية، ويسمى BST، وهو هرمون يفتح شهية الحيوان لاستهلاك العلف وبكفاءة، كما أنه يزيد من إنتاج اللبن بنسبة كبيرة تتراوح من ١٥٪ إلى ٣٠٪، ويزيد من إنتاج البقرة الواحدة من ٥٠٠٠ لتر إلى ٨٠٠٠ لتر سنويًا.

٢- عزل جين من الفأر بإدخاله إلى الأغنام بحيث يتساقط صوفها تلقائيا بدون الحاجة إلى حلقه.

٣- استخدام الباكيلوفيروس لحماية الأغنام ضد فيروس اللسان الأزرق عن طريق الحصول على الفيروس المسبب للمرض ووضعه فى الباكيلوفيروس للحصول على حبيبات منه تشبه الفيروس، ولكن غير حية وحينما تعطى للحيوان تكسبه مناعة.

٤- إنتاج مستحضرات ومنتجات طبيعية وأدوية ومضادات حيوية فى مجال الكائنات البحرية، والتى تستخدم التقنيات الخاصة بها فى تعديل وتحسين الصفات الحيوية للأسماك، والحيوانات الصدفية، والقشريات، والطحالب، للحصول على سلالات مهجنة. وكذلك تصنيع الغذاء وإنتاج المستحضرات الطبية، وهناك مجموعة من التقنيات التقليدية فى هذا المجال مثل: عمليات زراعة الخلايا والأنسجة، والتضاعف الدقيق، والتخمر، وذلك عن طريق مجموعة من التقنيات الحديثة التى تستخدم الأساليب الجزيئية والتعامل المباشر مع المادة الوراثية المتمثلة فى جزىء DNA معاد الاتحاد. وقد تمكن العلماء من التحكم الجينى فى الأسماك بسهولة نظرًا لكبر حجم بيضها، والذى يمكن نقل الجينات

إليه عن طريق الحقن أو باستخدام المثقاب الكهربى، والذى يستخدم فى نقل الجينات المسئولة عن إنتاج الهرمونات. وقد تم إنتاج أسماك سالمون تستطيع مقاومة البرد والحياة فى المياه المتجمدة، كما أمكن استخدام السمك الذهبى لإنتاج هرمون النمو، وتستخدم الطحالب كمصدر للأدوية والاطعمة.

٥- استنساخ الحيوانات بتخليق نسخة طبق الأصل من الحيوان، وهى محاكاة للتوالد البكرى الطبيعى **Parthenogenesis** الذى يحدث فى الطبيعة ويعنى مقدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد دون إخصاب بمشيج ذكرى، كما أنه يعد أحد صور التضاعف اللاجنسى حيث يتم إنتاج الأبناء من أب واحد فقط. وتعتمد تقنية الاستنساخ الحيوانى على إخصاب البويضات عن طريق استبدال الأجهزة الوراثية حيث يتم استبدال النواة من البويضة غير المخصبة بنواة جديدة من أى خلية جسدية لأى كائن حى يمتلك نفس العدد من الكروموسومات الموجودة فى البويضة غير المخصبة، وبذلك تصبح هذه البويضة شبيهة بالبويضة المخصبة وتبدأ فى الانقسام فيما عدا أن أوامرها تأتى من النواة الجديدة. وتواجه هذه التقنية صعوبات عديدة منها: صعوبة إجراء عملية الاستنساخ على الخلايا الناضجة لأنها قد تخصصت بالفعل جينيًا، وصعوبة الحصول على الوسط الحيوى المتوافق وراثيًا مع الأطقم الوراثية المخزنة بالنواة، وصعوبة إيجاد وسط يمكن لخلية البويضة أن تستقر فيه. وقد أمكن استنساخ الماعز، والضفادع، والفئران، والأرانب، والجاموس الأبيض.

٦- تحسين السلالات والحصول على أجناس أكثر صحة وإنتاجًا للحوم والألبان عن طريق الإخصاب بواسطة تقنية أنابيب الاختبار Invitro .fertilization (IVF)



صورة توضح النعجة دولى المستنسخة وراثياً

(٢) فى مجال البيئة

١- التنوع الحيوى

أمكن عن طريق مزارع الأنسجة النباتية إعادة تشجير الغابات، والمحافظة على نوعيات النباتات البرية التى تعتبر مصدرًا ثمينًا للجينات المفيدة فى الإبقاء على التنوع الحيوى. كما أمكن استخدام الاستنساخ الحيوانى فى إكثار الحيوانات والطيور النادرة المهددة بالانقراض وهى النمر البرى، ووحيد القرن الإفريقى، والظبى الآسيوى، والدب الأسود الآسيوى، والدب الأسود الأمريكى، والسلحفاة المصرية، والبندا الصينى، والببغاء الأحمر الاسترالى، والببغاء الإندونيسى الملون.

٢- التلوث

١- **التلوث البترولى:** تدخل مشتقات البترول فى عديد من الصناعات مثل: صناعة البلاستيك، والمطاط الصناعى، والألياف الصناعية، والمنظفات الصناعية، والمبيدات، والأصباغ، والمذيبات، والزيوت. كما أن البترول مصدر مهم للطاقة،

ولكن هذه المواد البترولية مواد لا تتكيف معها البيئة ولا تتحلل بسهولة فتسبب تلوث البيئة. ولقد أدى تسرب البترول إلى مياه المحيطات والبحار إلى حدوث تلوث ضخم فى البيئة البحرية. وباستخدام التقنيات الحيوية أمكن تخليق بكتيريا قادرة على تحمل السمية الحادة لمثل هذه المركبات البترولية، والتهامها عن طريق تهجين ثلاثة أنواع من البكتيريا. كما أمكن استخدام سلالات من الفطريات التى لها قدرات عالية على الانتشار الأفقى فى رفع قدرتها على هضم العديد بل معظم المركبات البترولية المعقدة مثل الشموع والتى لا تذاب فى مياه البحار والمحيطات.



شكل يوضح التلوث بالمواد الكيميائية

٢- المواد البلاستيكية: إن مادة الفثالات Phthalates، والتى تشتق من الحمض العضوى الفثاليك تدخل إلى الجسم عن طريق الغذاء والماء والدواء والهواء وتحدث تلوثًا تراكميًا يزداد ليسبب تلوث الأعضاء الداخلية للكائن الحى. كما تمر هذه المواد من العبوات المغلفة للمواد الغذائية عبر الجلد مذابة فى الدهون الغذائية. كما أن البلاستيك أحد النفايات التى تلقى فى البحار مما يصيب الأسماك ويؤدى إلى موتها، كذلك الشعاب المرجانية والطحالب، والحيوانات البحرية الدقيقة. وقد تمكن العلماء بالهندسة الوراثية من إنتاج مادة تحل محل البلاستيك عن طريق سلالة

بكتيرية لـــها القدرة الفائقة على تحويل السكر إلى بولى إستر بكـــتيرى يـــشبه فى صفاته مادة البلاستيك إلى حد كبير.

٣- **الصرف الصحى**: هو من المصادر الملوثة للبيئة نظرًا لاحتوائه على مـــواد عضوية وغير عضوية وشوائب يصعب التخلص منها بالتنقية البيولوجية. وعن طريق التكنولوجيا الحيوية أمكن تربية سلالات من البكتريا تنمو بغزارة فى مياه المجـــارى حيث تعتمد فى غذائها على المواد العضوية الغنية بـــها المجارى. ويمكن اســـتخدام الماء الصالح بـــهذه الطريقة فى أغراض الرى والزراعة ولكن لا يمكن اســـتخدامها كمياه للشرب. ومع تحسين خواص هذه البكتيريا أمكن زيادة قدرتها على التـــهام الفضلات.

٤- **المبيدات**: هى مواد كيميائية سامة تستخدم لمقاومة الآفات الزراعية الـــتى تهاجم المحاصيل المهمة. وهى تشمل مواد عضوية وأخرى غير عضوية مثـــل مـــادة DDT، ومع استمرار استخدام هذه المواد تتولد مقاومة لدى الآفات لها مما يضعف أو يبطل مفعولها، كما أنـــها تلوث التربة والماء والهواء المحيط بـــها. وقـــد تمكـــن بعض العلماء من برمجة بعض السلالات البكتيرية والتغيير فى جيناتـــها الوراثية لتنتج بروتينًا ذا شكل فراغى محدد يسمح تركيبه الفراغى باحتواء جزيئات المبيد فى داخله ويغلفه ويمنعه من التداخل مع البيئة المحيطة، كما أمكن استنباط ســـلالات نباتيـــة مقاومة للآفات الزراعية مثل النيماتودا وفطريات الجذر والحفار.

٥- **الأسمدة الزراعية**: تستخدم عادة الأسمدة الفوسفاتية ومركبـــات النتـــرات لزيادة الإنتاجية الأفقية للفدان الزراعى. ومواد الأسمدة تتسرب مع الغذاء إلى جسم الكائنات الحية التى بوصولها للدم تتفاعل مع الهيموجلوبين وتعوق قدرته على نقـــل الأكسجين كما تسبب بعض مركباتها السرطان. وأمكن الآن باستخدام الأسمـــدة العضوية تحسين صفات التربة وتلافى أخطار الأسمدة الكيميائية، وذلك عن طريـــق

جمع المصادر العضوية الطبيعية وتهيئة بيئة لاهوائية للميكروبات التى تهضم المواد العضوية وتكون مادة تصلح كسماد عضوى.

٦- **المنظفات الصناعية:** هى مواد كيميائية تدخل فى كثير من الصناعات مثل صناعة الورق والمنسوجات والمبيدات وعمليات الصباغة، وصناعة الجلود، والبلاستيك، والتعدين. والتى لها آثار ضارة على البيئة فهى تسبب السرطان، وتسبب ذوبان الطبقة الشمعية التى تكسر ريش الطيور المائية مما يؤدى إلى غرقها، كما أنها تحدث خللاً بيولوجيًا للأسماك وتفقدها القدرة على ترشيح الماء لاستخلاص الطعام. ولتلافى أخطار المنظفات الصناعية تستخدم الكائنات الدقيقة المحورة وراثيًا فى إنتاج إنزيم الليبيز الذى يعمل على كسر الروابط المحبة للذوبان فى الدهون ولا تذوب فى الماء ثم يجفف وينقى ويستخدم كمنظف.

٧- **القمامة:** يهتم العالم بإيجاد حل لمشكلة تراكم القمامة وتحسين طرق التخلص منها عن طريق جمعها وفرزها إلى عناصرها المتشابهة وتصنيفها وإعادة تصنيع المواد المكونة لها فيما يسمى بإعادة استهلاك المخلفات Recycling Material، وفى مجال التقنيات الحيوية تمكن العلماء من استنباط بعض أنواع من البكتيريا والطحالب المائية التى لها قدرة على التغذية على المواد العضوية الموجودة بالقمامة، ثم يتم تخفيفها واستخدامها كسماد لتربة الحدائق العامة. ويمكن إنتاج الورق والوقود والطوب المفرغ والسماد العضوى والحديد من القمامة أيضا بمعالجات متباينة.

٨- **المعادن الثقيلة والنظائر المشعة:** يمكن إزالتها من البيئة عن طريق استخدام أحد جينات الفأر Methallothionein، والذى يعبر عنه ببكتيريا سيانو Cyanobacteria، وهو جين يمتاز بقوة مسكه للمعادن، ويمكن إزالة واستعادة المعادن الثقيلة من المياه الملوثة.

٩- **تلوث الغذاء**: تستخدم تقنيات التكنولوجيا الحيوية فى مراقبة المزارع والحيوانات قبل وبعد ذبحها وأثناء التداول وداخل المطاعم لتحديد نسبة الجراثيم الموجودة عن طريق مجس DNA و RNA وتفاعل PCR، والذى يكشف عن أى عدد من الجراثيم بسرعة ودقة للوقاية من الأمراض. وتستخدم طرق تحليل بسيطة للتعرف على فساد الأغذية باستخدام عصا مغطاة بمضاد حيوى لجرثومة معينة تغمس فى الغذاء المشكوك فيه وتوضع بعد ذلك فى محلول يعطى لونًا خاصًا بالجرثومة موضع الاختبار.

(٣) فى مجال الصناعة

١- إنتاج زيت الكانولا من أحد نباتات الحشائش باستخدام الهندسة الوراثية. وهو زيت يحتوى على دهون مشبعة للمحافظة على صحة القلب، كما يحتوى على حمض لوريك الذى يصلح كمنظف صناعى وبه حمض ستريك الذى لا يحتاج إلى هدرجة ويصلح لصناعة المارجرين.

٢- إنتاج الأدوية والبروتينات والإنزيمات باستخدام الكائنات الحية الدقيقة والنباتات والحيوانات.

٣- إنتاج مادة مشابهة للبلاستيك تسمى Polyhydroxy Butyrate وهذه المادة تتحول إلى بلاستيك باستخدام بكتيريا تحتوى جين PHB حيث يمكن أن تنتج هذه المادة بطريقة اقتصادية على بيئة غذائية من الجولكوز وخالية من النيتروجين، كما تمكن العلماء من إدخال هذا الجين إلى البطاطس والذرة.

٤- إنتاج لقاحات وفاكسينات.

٥- إنتاج الهرمونات والببتيدات.

٦- إنتاج الصبغات الطبيعية ومكسبات الطعم والرائحة للصناعات الغذائية.

٧- تستخدم البكتيريا فى غسل المعادن، مثل النحاس، واستخراجه من الأحجار الـتى تحتوى على كميات قليلة منه، وتوجد هذه البكتيريا فى الطبيعـة وفى المركبـات المحتوية كبريت، وتحصل على الطاقة اللازمة لنموها بأكـسدة النحـاس مثـل كبريتات النحاس وينطلق تبعا لذلك حمض وأيون نحاس مؤكسد، والذى يـؤدى إلى غسل المعدن من الأحجار.

٨- تستخدم نبات الدخان فى تصنيع الفركتان، وهو نوع من النشا الـذى يتحلـل بفعل الإنزيمات إلى سكر فركتوز والذى يستخدم فى إنتاج أغذية صحية تعطـى سعرات حرارية منخفضة. ويتم ذلك عن طريق إدخال جين Sac B مأخوذ من بكتيريا Bacillus subtitis

(٤) فى مجال الطاقة

١- أمكن تحسين الأعلاف وزيادة كفاءتـها بعد تمكن العلماء من الحـصول علـى إنزيم فايتيز من الفطر إسبرجلاس نيجر Aspergillus niger، وهـذا الإنـزيم يساعد على تلافى مجموعة من المشكلات التى تقلل كفاءة العلف مثل عدم قـدرة الحيوان على هضم العلف لتاثير بعض المركبات التى تنتج أثرًا عصبيًا على الحيوان، أو قد تحدث أمراضًا، أو تقلل من وضع البيض فى الدواجن. كما أمكن إنتـاج ذرة محورة وراثيًا غنية فى محتواها من الحمض الأمـينى ميثـايونين Methionin، والمقاوم لثاقبات الذرة مما يزيد من كفاءته كعلف.

٢- أمكن إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية متمثلة فى المحاصيل المنتجة للطاقة مثل قصب السكر والكاسافا، أو من المخلفات العضوية التى يمكـن معالجتـها بالخمـائر، والاستفادة من نشاط إنزيمات الخميرة فى عملية التخمر الحادثة لإنتاج الكحولات مثل غاز الميثان والايثانول.

٣- أمكن إنتاج البيوغاز، وهو عبارة عن خليط من غاز الميثان وثانى أكسيد الكربون وغازات أخرى مثل كبريتيد الهيدروجين، وهو غاز غير سام عديم الرائحة وأخف من الهواء، ذو شعلة نظيفة زرقاء تستخدم كوقود. وقد أمكن إنتاجه من المصادر العضوية الطبيعية بمعالجتها بالميكروبات فى بيئة لا هوائية.

(٦) فى مجال الطب والعلاج

١- مجال إنتاج الأدوية

تستخدم التكنولوجيا الحيوية لإنتاج العديد من الأدوية واللقاحات والمضادات الحيوية ومن أمثلة ذلك:

١- تستخدم الأبقار فى إنتاج الأجسام المضادة عن طريق حقنها بالأنتيجين المراد الحصول على الجسم المضاد ضده فتقوم الأبقار بإنتاج المضاد الحيوى بكميات كبيرة فى لبنها، ثم يتم تركيزه ويباع كدواء. كما يتم إنتاج أبقار محورة وراثيًا لإنتاج الأدوية الحيوية فى اللبن. كما تستخدم الأبقار لإنتاج لبن الأم عن طريق التلقيح الصناعى لأجنة الأبقار حتى تستطيع إنتاج بروتين ليكتوفرين.

٢- يمكن إنتاج بروتين (ج) اللازم لعلاج الذبحة الصدرية عن طريق استخلاص الجين الخاص به ووضعه فى خلية واحدة من جنين الخنزير مع جين آخر من الفأر ليعمل كمفتاح لإفراز اللبن المحتوى على البروتين المعالج.

٣- أمكن إنتاج أجسام مضادة ضد مرض السرطان فى بذرة الذرة وفول الصويا بدلاً من إنتاجها فى خلايا الحيوان مما يوفر فى التكاليف ويزيد من الإنتاج.

٤- تستخدم دودة الحرير كوسيلة لإنتاج البروتينات. وعن طريق الباكيلوفيروس يمكن إدخال جين يفرز فى الهيموليمف ليعبر عن نفسه منتجًا البروتينات المرغوبة.

٥- تستخدم تقنية DNA معاد الاتحاد فى إنتاج بروتينات مفيدة على النطاق التجارى ومنها الأنسولين اللازم لعلاج مرض السكر، والانترفيرونات البشرية، وهى بروتينات تعمل على تضاعف الفيروسات خاصة تلك التى يتكون محتواها الجينى من RNA مثل فيروس الإنفلونزا، وشلل الأطفال.

٢- مجال تشخيص الأمراض

تمكن العلماء من وضع مليون قطعة DNA للإنسان على قطعة سيليكون صغيرة حجمها لا يتعدى واحد وربع سنتيمتر مربع، وذلك بهدف الإسراع فى تشخيص وعلاج الأمراض فى الإنسان، حيث تحتوى على مليون معلومة عن جينات الإنسان، وحينما يوضع عليها عينة من دم المريض، وتعرض لجهاز فحص الليزر فإن الكمبيوتر يصدر تقريرًا بالتشخيص، ويستخدم هذا الجهاز فى تشخيص مرضى السرطان والإيدز. كما يمكن باستخدام التكنولوجيا الحيوية تشخيص الأمراض الوراثية قبل أو بعد الميلاد. كما يمكن تشخيص الأمراض المعدية مثل الالتهاب الكبدى الوبائى.

٣- مجال العلاج الجينى

يعنى عملية إدخال أو نقل جينات سليمة إلى خلايا جسدية للحصول على وظيفة جينية غير موجودة إما بسبب مرض وراثى أو مرض مكتسب. ويهدف العلاج الجينى إلى التخلص من آثار المواد الكيميائية التى قد تؤدى إلى إتلاف بعض الجزيئات الخلوية أو إلى تثبيط البروتوبلازم وهذا يؤدى إلى ضعف حيوية الخلية وتراكم المواد التالفة بها مما يؤدى إلى إصابتها بشيخوخة مبكرة. ويلزم للتدخل الجراحى الجينى وجود خريطة كاملة لكل جينات الإنسان لفهم تركيب تلك الجينات، وأدائها الوظيفى،

وعلاقتها بغيرها من الجينات فى المحتوى الجينى، وذلك بهدف سهولة التعرف على الجينات المعطوبة، ومحاولة إصلاحها أو إزالتها. ويتم العلاج الجينى باستخدام مجموعة من الأساليب وهى كالتالى:

١- إضافة جين سليم إلى الخلية المعيبة وراثيًا لإعادة نشاط الجين المشوه إلى مستوى كاف لإزالة أثر المرض.

٢- استبدال أو إصلاح جين معيب عن طريق قطع الجين المعيب ثم إصلاحه، وهى من العمليات الصعبة.

٣- تصميم وظائف جينية جديدة عن طريق نقل جين جديد إلى الخلية المريضة لكى يمنع حدوث نقص فى وظيفة بيولوجية محددة أو إزالة الأثر المرضى للجين المعيب.

٤- تغيير نظام تعبير الجين عن طريق نقل منظمات الجينات بهدف تغيير مستويات نشاط الجين ووقف أو تقليل نشاط الجين المعيب إلى مستوى يمنع أو يقلل من ظهور المرض.

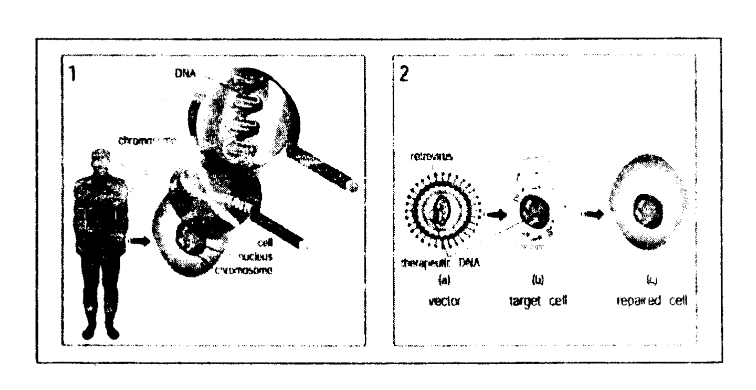
ويتم نقل الجينات مباشرة إلى الخلية أو عن طريق الفيروسات. وما زال العلاج الجينى مقصورًا على مستوى الخلية الجسدية و لم يتم على مستوى الخلية الجنسية بعد. ويتم العلاج باستخدام إحدى الطرق الآتية:

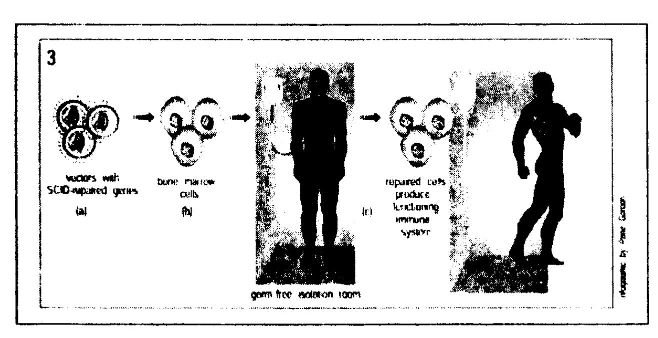
١- يتم عزل الخلايا المريضة ثم زراعتها ثم ينقل إليها الجين المرغوب فيه ثم تعاد مرة أخرى إلى المريض.

٢- يتم نقل الجين المرغوب فيه إلى الخلايا المريضة، وهى فى مكانها داخل الجسم، وذلك باستخدام ناقلات الجين التى لها القدرة على توجيه الجينات إلى أماكن محددة داخل الجسم.

٣- يتم نقل الجين المرغوب فيه إلى الخلايا المريضة عن طريق الاستنشاق من خلال جهاز خاص، وتستخدم هذه الطريقة فقط فى علاج تليفات الرئتين.

وقد قام العلماء بجهود كثيرة فى علاج بعض الأمراض الخطيرة علاجًا جينيًا، ومن أمثلة هذه الأمراض: السرطان، وأمراض تجلط الدم، والأنيميا، وأمراض القلب، والسكتات المخية، وأمراض الجهاز المناعى، وأمراض الفشل الكلوى.





شكل يوضح خطوات العلاج الجينى

٣- فى مجال الجينات البشرية وتكنولوجيا الإنجاب

١- **أطفال الأنابيب:** يقصد بـــها إنتاج أطفال مخصبة خارج الـــرحم In-Vitro-Fertilization عن طريق إخراج بويضة ناضجة من الأنثى وتخصيبـــها بحيوان منـــوى من الذكر فى أنبوبة اختبار تحتوى على وسط غذائى مناسب، وبعد فترة من التكـــوين الجنينى يصل فيها الجنين إلى عدد قليل من الخلايا ينقـــل إلى رحـــم الأم لاســـتكمال التكوين الجنينى حتى الولادة وقد ولد أول طفل أنابيب عام ١٩٧٨ فى إنجلترا.

٢- **الاستنساخ البشرى:** هو أحد صور التضاعف اللاجنسى ويـــتم باســـتخدام الإخصاب الذاتى عن طريق أخذ رقعة جلد من الرجل وتنـــزع إحدى خلاياها بحرص شديد، وهى خلايا جسدية تحتوى على ٤٦ كروموسومًا، ثم يرفع من الخلية الجهـــاز الوراثى، وهو النواة الحاملة للكروموسومات وشريط الموروثات الجنـــسية وتغـــرز فى بويضة أنثى مفرغة من النواة، وأخيرًا تزرع بما فيها من موروثـــات فى رحـــم امـــراة متطوعة حتى اكتمال أشهر الحمل التسعة، وبذلك يولد طفل لـــه نفـــس الخـــصائص الوراثية. كما يمكن أيضا استنساخ الأجنة البشرية كمحاكاة لعملية التوأم عن طريـــق شطر خلايا الجنين الأولية إلى عدة نسخ تعامل كل واحدة منها على أنـــــها جـــنين مستقل ويمكن حفظها فى الثلاجة لحين الاحتياج إليها.

٣- **إنتاج قطع غيار الأعضاء البشرية:** تستخدم بعض الحيوانات لإنتاج قطـــع غيار الأعضاء البشرية مثل تصنيع الدم البشرى. ويتكون الدم من مكونين أساســـيين هما: الخلايا (الحمراء والبيضاء) والصفائح الدموية، وسائل البلازما. وتصنيع الدم يعنى بالضرورة فصل وتصنيع مشتقات البلازما التى تفصل وتحضرمن دم المتـــبرعين، وهـــى المادة الخام الأولية التى تبدأ منها عملية التصنيع. ويتم إنتاج الدم باستخدام نوع نـــادر من الخنازير المعدلة وراثيًا الذى أنتجه فريق من الباحثين اليابـــانيين بجامعـــة ناجويـــا

Nagoya، وذلك بحقن جين بشرى معين فى بويضات خنازير ملقحة ثم نقل البويضات الملقحة إلى أرحام إناث الخنازير التى تلد مجموعة من الخنازير ويكون واحدًا منها فقط تحتوى دماؤه على نوع من الدم البشرى، الذى يتحول إلى مصنع لإنتاج الدم فى المستقبل. كما أعلن أحد العلماء الفرنسين عام ١٩٩٧ عن نقل الجين البشرى ألفا وبيتا جلوبين إلى كلوروبلاست خلايا نبات التبغ، والحصول على النبات الكامل، وإمكان عزل الهيموجلوبين وتنقيته من بذور وجذور النبات. كما يستخدم الخنزير أيضا كمصدر لأعضاء مثل الكلية والقلب والكبد بعد تحويره وراثيًا بحقن DNA الإنسان فى بيضة مخصبة للحيوان، ثم تزرع فى رحم الحيوان حتى يتكون جنين، ثم حيوان كامل خلال أربعة أشهر وبتوالى الأجيال فإن الأعضاء الناتجة فى هذا الحيوان لا يتوقع رفضها بواسطة الجهاز المناعى.

٤– **مشروع الجينوم البشرى:** يهدف مشروع الجينوم البشرى إلى رسم خريطة كاملة لكل جينات الإنسان، وقد تم توزيع الجينات على العديد من المراكز البحثية الدولية المتخصصة فى الهندسة الوراثية. وسيوفر هذا للإنسان معرفة الجين المراد إصلاح عيوبه بسهولة، أو إدخال جينات ذات صفات مرغوبة عن طريق تقنيات التطعيم الجينى، وكما يمكن إدخال العديد من القطع الجينية إلى داخل جينوم الخلية الجسمية لزيادة قدراتها الحيوية، بما يسمح لها بأداء وظائفها بكفاءة أعلى وأداء وظائف جديدة لم تكن موجودة من قبل، أو إزالة مواد ضارة بالخلية باستئصال الجينات الموجهة لتلك المواد. وقد بدأ المشروع رسميًا فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٠ وانضمت لها إنجلترا، وفرنسا، وإيطاليا، واليابان. والمهمة الأساسية لهذا المشروع هى سلسلة الثلاثة آلاف مليون نيوكليوتيدة التى تشكل المادة الوراثية البشرية، وخرطنة وتحديد هوية المائة ألف جين أو نحوها الموجودة بالجينوم البشرى وتحسين وتطوير تقنيات السلسلة لتستفيد منها المجالات الأخرى. كما تم خرطنة جينوم خمسة من

الكائنات الحية الأخرى وهى بكتيريا E.coli، والخميرة، ونيمـاتودا سـيانو ابـديس Caeno rhabidis، وذبابة الفاكهة الدوروسوفيلا، والفأر. وقد تم كشف جينومـات هذه الكائنات كنموذج فى المقارنة والتـعرف على الوظيفـة المحتملـة لـبعض الجينات البشرية.

٥- **جينوميا الجريمة:** نظرًا لأن هناك بعض أشخاص لديهم الاسـتعداد الـوراثى لارتكاب الجرائم فإنه يمكن معالجة ذلك عن طريق تقنيات جينية. وذلك عن طريـق تعديل السلوك الجينى العدوانى، أو خفض معدل تعبيره عن ذاته عن طريـق إدخـال جينات معدلة لسلوك الجينات العدوانية، أو إدخال جينات كمون وراثى، أو استبدال جينات السلوك العدوانى بجينات سلوك سوى. كما تستخدم فى إنتاج أسلحة يمكـن التحكم فيها من خلال البصمة الوراثية أى إن هذه الأسلحة لا يمكن أن يستخدمها إلا صاحب البصمة الشخصية لصاحب رخصة السلاح، كما يتم استخدامها فى الطـب الشرعى باستخدام البصمة الجينية. ويمكن تعيين البصمة الجينية لأى فرد عـن طريـق استخلاص DNA الخاص به من عينة من الدم فى حالة إثبات البنوة، أو من عينة مـن الحيوان المنوى فى حالة إثبات الاغتصاب، أو من قطعة جلد من تحت الأظافر، أو مـن شعيرات بجذورها من الجسم فى حالة الوفاة بعد مقاومة، أو من أى دم أو سائل منوى مجمد أو جاف موجود على مسرح الجريمة، أو من عينة لعاب، كما يمكن استخلاصها من أماكن لمس اليد لمفاتيح أو تليفون أو أكواب. ويتم استخلاص المـادة الوراثيـة ثم تقطيعها باستخدام إنزيمات التحديد، ثم تفصل باستخدام جهاز الفصل الكهربائى، ثم تنقل إلى غشاء نايلون ثم باستخدام طرق خاصة يتم تعيين بصمة الجينات على فـيلم أشعة، والتى تستخدم كدليل جنائى فى قضايا إثبات البنـوة، وجـرائم الاغتـصاب، والسطو، والتعرف على ضحايا الكوارث.

ثالثاً: القضايا المعاصرة المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية

(١) فى مجال البيئة والغذاء

نتج عن إنتاج النباتات والحيوانات المحورة وراثيًا الكثير من الجدل حول مدى الأمان أو الخطورة من استخدامها كمصدر غذائى. وظهرت مشكلات جدلية حول تأثير احتكار الشركات الكبرى والمزارع العملاقة لإنتاج الغذاء مما أدى إلى تقلص دور المزارع الصغيرة المنتجة للنباتات التقليدية. وقد أوجد ذلك مخاوف لصغار المزارعين من تدمير مصالحهم مع الاتساع فى إنتاج الغذاء بالتكنولوجيا الحيوية. وتزداد هذه المخاوف فى البلاد النامية والفقيرة نظرًا لعدم قدرة هذه البلاد على تطبيق التكنولوجيات الحديثة، ونظرًا لارتفاع تكاليفها مما يزيد من مشكلات دعم الغذاء فى هذه البلاد. كما ظهر الخوف من التأثيرات السالبة على البيئة بإيجاد أنواع جديدة أو تقليص بعض الأنواع القديمة التقليدية مما يؤثر على التنوع الحيوى فى الأنواع الطبيعية. كما أن التلوث الجينى أصبح من القضايا الجدلية التى ظهرت نتيجة المخاطر المحتملة من القيام بالصناعات الزراعية الجينية التى بدأت فى الانتشار فى العالم والتى أضافت إلى المشكلات البيئية المتراكمة بالفعل مشكلات جديدة أكثر تعقيدًا. والتلوث الجينى هو: دخول عناصر وراثية وجينات معدلة إلى الغذاء أو إلى البيئة، والحادث نتيجة إطلاق الكائنات المحورة وراثيًا فى البيئة مما يسبب تلوث الغذاء والنظام البيئى بطرق مختلفة، ومنها أن تنتقل الجينات المعدلة وراثيًا عبر عملية التلقيح إلى النباتات البرية والعشبية المجاورة فيحدث تغير فى الجينات الوراثية لها، وتكتسب نفس خصائص النباتات المحورة وتزداد مقاومتها للظروف البيئية، وتزداد خطورتها على النباتات المرغوبة، وتزيد من صعوبة التخلص منها. وقد تسبب الجينات المعدلة تلوث فى النباتات غير المعدلة وتغير من صفاتها التى يحرص المزارعون على الحصول عليها فى صورتها التقليدية

ويعارضون التحورات الوراثية فى محاصيلهم. كما أن النباتات المحورة وراثيًا لمقاومة الفيروسات يزداد خطورتها لأن هذه الجينات المعدلة قد تتحد مع جينات الفيروسات المهاجمة للنبات وتنتج أمراضًا أكثر خطورة على النباتات. كما تسبب بعض النباتات المحورة وراثيًا أمراض الحساسية للإنسان كما حدث فى حالات الحساسية ضد فول الصويا البرازيلى. كما أن التحوير الجينى فى بعض الحيوانات قد يصيب الحيوان بفقدان للشهية أو احتمال حدوث حالات إجهاض مثل ما يحدث للأغنام عند إدخال جين الفأر إليها ليتساقط صوفها تلقائيا.

(٢) فى مجال الطب والعلاج بالجينات وتكنولوجيا الانجاب

يمثل العلاج الجينى حلمًا من أحلام علاج الكثير من الأمراض الوراثية والأمراض المستعصية. ويقوم فريق كبير من العلماء ببحث استخدام العلاج الجينى فى حالات مرضية متعددة ويضعون آمالاً عريضة على تقنياته المختلفة، وبالرغم من ذلك هناك تساؤلاً حول مدى فعالية العلاج الجينى، ومدى كفاءة الجينات المضافة أو المعدلة فى التعبير عن نفسها داخل الخلية الجديدة، ومدى كفاءتها فى إنتاج البروتينات المرغوبة، فهناك عوامل كثيرة معقدة تقف عائقًا أمام إثبات مدى فعالية هذه الجينات.

كما أن هناك مخاوف من انتشار الجراثيم والميكروبات المعدية من معامل مراكز الهندسة الوراثية والعلاج الجينى مما قد يسبب عدوى جماعية واسعة المدى. كما أن هناك مخاوف من الخطأ الذى يمكن أن يحدث عند تطبيق إحدى تقنيات التكنولوجيا الحيوية فى حالة تكنولوجيا الإنجاب حيث تم تسجيل خطأ طبى ضد إحدى المستشفيات اليابانية التى كاد أن يحدث فيها خطأ فى زرع بويضة مخصبة لسيدة نتيجة تشابه اسمى سيدتين تقومان بنفس العملية مما قد يحدث خلطًا فى البويضات.

(٣) فى مجال السياسة والاقتصاد

تشتد المنافسة العالمية اليوم على امتلاك أسرار تقنية الهندسة الوراثية، والتى تعد أحد أسلحة المستقبل، وأحد أركان الأمن القومى للدول. وتشتد المنافسة الدولية للحصول على التراكيب الوراثية المتميزة من المصادر النباتية والحيوانية القادرة على تحقيق التفوق الاقتصادى للحائزين عليها. وقد أدركت الدول المتقدمة هذه الحقيقة مبكرًا فاستطاعت خلال السنوات الماضية جمع الكثير من المصادر الوراثية فى أرجاء العالم وبالأخص دول الجنوب الفقيرة اقتصاديًا والغنى بثرواته الطبيعية من الأصول الوراثية. ولقد تم جمع مئات من الأنواع من الفاكهة والخضروات ونباتات الحبوب، وجميعها ذات قيمة اقتصادية وغذائية عالية، والكنوز المختبئة فى أعماق الغابات الحارة من نباتات برية صالحة لغذاء الإنسان، أو التى تحتوى على قدرات طبية عالية مثل كثير من نباتات بلاد أمريكا الجنوبية، والهند، والصين، وأستراليا. ومن المؤسف أن معظم هذه الأصول قد تم جمعها بطرق غير شرعية وتحت مسميات متعددة والواقع يقرر الآن أن دول الشمال الغنى تحتفظ فى خزائنها بكنوز الأصول الوراثية التى وهبها الله لدول الجنوب الفقيرة، والتى تمثل ٥٨٪ من المصادر الوراثية فى الكون، وهى تمثل ميزة نسبية تتمتع بها هذه الدول فى إطار منافسة سوق التجارة العالمية. ولقد استكملت الدول المتقدمة استعدادتها واحتياجاتها من التراكيب الوراثية من البنوك الوراثية ومراكز الهندسة الوراثية، ووضعت نظامًا لتوثيق براءات الاختراع لنتائج الأبحاث والمشروعات العلمية وذلك لحمايتها واحتكارها بما يسمى قانون الملكية الفكرية وبراءات الاختراع فى القطاع الخاص للدول المتقدمة، وتباعًا يصعب على الدول النامية الحصول عليها إلا بعد دفع تكاليف باهظة بالرغم من أن هذه الأصول الوراثية مصدرها هو الدول النامية. وبالرغم من ظهور معاهدة حفظ الأنواع من مؤتمر البيئة

للأمم المتحدة فى ريودى جانيرو عام ١٩٩٢، واتفاقية منظمة التجارة العالمية لحظر نقل الأصول الوراثية بين الدول بالطرق غير المشروعة لكونــها أحــد حقــوق الملكيــة الفكرية إلا أنه سيتعذر على كثير من الدول النامية بعد ذلك استرداد مــا فقدتــه أو سلب منها من أصول وراثية وعليها أن تستكمل احتياجاتــها فى إطار شرعى يصعب التنبؤ بحسن نواياه وأبعاده.

(٣) فى مجال الأخلاقيات الحيوية

ظهرت خلال السنوات الاخيرة قضايا أخلاقية ذات طبيعة جدلية يصعب الحكــم فيها نظرًا لتعقد نظام القيم الأخلاقية واختلاف معاييرها بتطور المجتمعات، وكــذلك ظهور الفلسفات النفعية، والنظم الرأسمالية الاحتكارية. كما أن معايير الحكم تختلــف تبعًا لوجود هويات دينية ضد هويات مادية متصارعة. ولا شك أن مجــال اســتخدام التقنيات الحيوية أثار الجدل حول مدى شرعية التجارب الجينية على الإنسان وحــول مدى شرعية بعض الممارسات فى مجال تكنولوجيا الإنجاب عن طريق بنوك الحيوانــات المنوية، وبنوك البويضات، أوعن طريق الإخصاب بحيوانات منوية من متبرع، أو عــن طريق تأجير الأرحام لحمل أطفال الأنابيب أو عن طريق التحكم الجــينى والتعــديل الوراثى لإنتاج أطفال حسب الطلب.

وبالنظر إلى هذه الممارسات نجد أنــها تساعد على هدم النظام الاجتماعى السليم وخلط الأنساب، وإحداث خلل فى التكوين العائلى الطبيعى، كما أنــها تثير الجــدل حول شرعية هذه الممارسات وقبولها من الناحية الدينية. ولعل من أبرز القضايا الجدلية قضية استنساخ الإنسان، وهناك كثير من المحاذير العلمية والأخلاقيــة والاجتماعيــة المحيطة بالاستنساخ الحيوى البشرى لأنه عملية تحول الكائن الحــى مــن التــضاعف

الجنسى التزاوجى إلى التضاعف الجسدى اللاتزاوجى. وهـذا التحـول لا يعـنى أن الاستنساخ يمثل قدرة على الخلق لأن هذه القدرة من سمات الخالق سـبحانه وتعـالى، ولكنه محاولة لتغيير الخلقة، وتبديل فطرة الإنسان، والعبث بتركيبه الوراثى، مما يخالف السنن الإلهية وفطرة الله التى فطرنا عليها، مما قد يقضى على العلاقات الإنسانية الـتى تربط الإنسان بمن حوله من البشر، ويقضى على التكوين الأسرى الطبيعى بتناقضه مع المفاهيم المستقرة للأبوة والأمومة والبنوة والأسرة وهو ما يخالف سنن الله فى الكـون، ولا يتمشى مع طبيعة الإنسان. وهناك العديد من الأسئلة التى تطرح نفـسها فى هـذا المجال وهو ما مصير هؤلاء البشر المنسوخ؟ ومن سيكونان أبواه؟ كما كيف سـننظم العلاقات بين النسخ وبين الأبناء الأصليين الذين جاءوا عن طريق التضاعف الجنـسى الطبيعى؟ و لم تقف التكنولوجيا الحيوية عند هذه القضايا الجدلية المعقدة فحسب ولكن امتدت آثارها لإثارة المخاوف من التدنيات الأخلاقية لبعض النظم المستعمرة، والهادمة للشعوب من خلال استخدام الجينات فى الحروب ونتيجة ظهورما يسمى بالأسـلحة الجينية، والحرب الجينية. وتقوم فكرة تقنيات التعديل الجينى على التحكم فى الجهـاز الوراثى للكائنات الحية وذلك بإزالة أو إضافة أو تغيير كفاءة الجينات وبالتالى إمكانية برمجة الكائن الحى وفق تصميمات موضوعة سلفًا وذلك مع إمكان إدخال الجينات إلى الكائنات الدقيقة كالبكتيريا وتحويلها إلى مصانع بيولوجية صغيرة تنـتج مـا يطلبـه الإنسان من كيماويات وهورمونات. وقد سيطرت موجة من الرعب والفـزع مـن خطورة استخدامها كسلاح لإنتاج كائنات حية فتاكة مدمرة. وحيـث إن الجـراثيم التقليدية تعانى من العديد من العيوب والمشكلات مثل عشوائية التوجيـه وصـعوبة التحكم فيها، كما أنه لا يوجد حتى اليوم مرض لا يكون لجماعة سـكانية صـغيرة مقاومة طبيعية لـها مما يضعف من آثار بعض الأسلحة الجرثومية. لـذلك قـد بـدأ استخدام قدرات التكنولوجيا الحيوية فى إنتاج جيل من الأسلحة الجرثومية المتخصصة

ذات مواصفات مرغوبة وتنقسم إلى نوعين: يمثل النوع الأول منها أسلحة التقنية الحيوية التى تعتمد على تعديل الخصائص الوراثية للكائنات الدقيقة لزيادة فعاليتها العسكرية واستخدامها فى إحداث الإصابات البالغة للجهاز العصبى والمناعى للإنسان. أما النوع الثانى فهو الأسلحة الوراثية التى تعتمد على استفزاز الجينات المسببة لسرطان الخلايا.

(٥) فى مجال النظام الاجتماعى

أدى لظهور ثقافة الجينات والثقة التامة فى فعالياتها فى مجالات شتى إلى وجود مشكلات اجتماعية كثيرة. وقد نشأ عن ذلك ظهور العديد من الأسئلة ومنها ما فعالية التربية إذا كنا نثق بأن الذكاء محدد جينيًا وأنه لا سبيل إلى تنمية قدرات البشر بدون التحكم الجينى؟ وما مدى مسئولية المجرم الشخصية والسلوكية عن قيامه بالجرائم إذا كنا نثق أن العوامل المسببة لقيامه بالجريمة جينية فى الأصل ولا سبيل إلا بالتعديل الجينى للسلوك الإجرامى؟ وما مدى مسئولية الإنسان الشخصية عن اختيار الغذاء الصحى إذا كنا نسلم بأن البدانة يتحكم فيها عوامل جينية أيضا؟ وغير ذلك كثير من التساؤلات المطروحة فى مثل هذه المجالات. وهناك مشكلات اجتماعية أخرى نتجت عن القيام بمشروع تحديد خريطة الجينات البشرية التابع لمشروع الجينوم البشرى، مما آثار مشكلة سرية المعلومات الوراثية وعدم استخدامها بدون تصريح من أصحابها فى إجراء التجارب العلمية أو فى تقديمها لشركات التأمين أو فى حالة الرغبة فى اختيار العاملين والتوظيف، وذلك لضمان عدم التحيز العنصرى لأفراد دون آخرين لم يقترفوا أى ذنب لامتلاكهم لبعض الجينات المرضية أو قلة الجينات المسئولة عن الذكاء مثلا. كذلك سرية البصمة الجينية فى تقديمها كدليل فى المنازعات القضائية أو فى التسليم على أنها الدليل القاطع الذى لا يقبل الشك لأنها وحدها غير كافية حتى لو

تطابقت بصمات المتهم مع بصمات العينة المستخلصة من مسرح الجريمة، وذلك لأهمية الظروف والحوادث الأخرى فى مسرح الجريمة أثناء وقوعها.

تنظيم محتوى التكنولوجيا الحيوية

بعد عرض المفاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية المرتبطة بموضوع التكنولوجيا الحيوية وبالنظر إلى محتوى مناهج العلوم البيولوجية فى المدرسة الثانوية نجد أنها تتضمن مجموعة من المفاهيم المتعلقة بموضوع المادة الوراثية، وقليل من التطبيقات المرتبطة بهذه المفاهيم ولا تتضمن أيًا من القضايا البيولوجية المعاصرة. كما أن المحتوى يقتصر على عرض المفاهيم بصورة نمطية دون الاهتمام بتنظيم هذه المفاهيم أو إيجاد علاقة واضحة بينها وبين تطبيقاتها فى مختلف جوانب الحياة. نسعى فى هذا الشأن لتقديم رؤية عن تنظيم محتوى التكنولوجيا الحيوية فى حال تدريسها والذى نقترح أن يتكون من ثلاث مكونات رئيسة وهى كالتالى:

أولاً: المفاهيم البيولوجية

ثانيًا: التطبيقات العملية

ثالثًا: القضايا المعاصرة

أولاً: تنظيم المفاهيم البيولوجية

تشمل المفاهيم البيولوجية الأساسية المرتبطة بالتكنولوجيا الحيوية عدة مفاهيم تتحدد فى ثلاثة محاور كالتالى:

١- مفاهيم المدخل للتكنولوجيا الحيوية وتشتمل على مفاهيم أساسيات تركيب ووظيفة المادة الوراثية.

٢- مفاهيم أساسيات التكنولوجيا الحيوية وتشتمل على مفاهيم عمليات عزل ونقل ومعالجة الجينات.

٣- مفاهيم تخصصية وتشتمل على مفاهيم خاصة بالتقنيات الحيويـــة المعمليـــة والتى تندرج تحت ثلاثة تقنيات أساسية، وهى: تقنيات الهندسة الوراثيـــة للجينات، وتقنية الأجسام المضادة، وتقنية مـــزارع الأنـــسجة والخلايـــا.

وتندرج تحت هذه المحاور الأساسية مجموعة من المفاهيم الرئيـــسة، والـــتى تندرج تحتها مجموعة من المفاهيم الفرعية كالآتى:

١- مفاهيم المدخل للتكنولوجيا الحيوية

المفاهيم الأساسية	المفاهيم الفرعية	المفاهيم تحت الفرعية
مفاهيم أساسيات المادة الوراثية Basic concepts	التكنولوجيا الحيوية Biotechnology	الكيمياء الحيوية
		الكائنات الدقيقة
		الهندسة الوراثية
	Cell الخلية	أوليات النواة
		حقيقيات النواة
	Nucleus النواة	الغلاف النووى
		النوية
		الشبكة الكروماتينية
	Chromosome الكروموسوم	الانقسام الميتوزى
		الانقسام الميوزى
	Bacterial chromosome الكروموسوم البكتيرى	
	Plasmid البلازميد	
	Genome المحتوى الجينى	Gene الجينات
		الجينات المتحركة Movable genes

المفاهيم الأساسية	المفاهيم الفرعية	المفاهيم تحت الفرعية
مفاهيم أساسيات المادة الوراثية Basic concepts		المتكرر DNA Repetitive DNA
	المادة الوراثية Heredity Material	الأحماض النووية
	الحمض النووي الديؤكسى ريبوز Deoxyribonucleic acid	النيوكليوتيدات
	الأحماض النووية الريبوزية Ribonucleic acid	الحمض الرسول mRNA
		الحمض الناقل tRNA
		الحمض الريبوسومى rRNA
	تضاعف الحمض النووي DNA Replication	التضاعف شبه المحافظ Semi-Conservative
	إصلاح عيوب DNA DNA Repair	إنزيمات الإصلاح Repair Enzymes
	الطفرات Mutation	طفرات كروموسومية
		طفرات جينية
	الشفرة الوراثية Genetic Code	القواعد النيتروجينية

٢- مفاهيم أساسيات التكنولوجيا الحيوية

المفاهيم تحت الفرعية	المفاهيم الفرعية	المفاهيم الأساسية
Promotor المحفز	Transcription النسخ	مفاهيم التعبير الجيني Gene Expression
Template الدليل		
codon الكودون	Translation الترجمة	
Anticodon الكودون المضاد		
الأنترونات	Splicing التهذيب	
الأكسونات		
الأحماض الأمينية	بناء البروتين Protein Synthesis	
سلسلة عديد الببتيد		
الخلايا الجنسية	التكاثر الجنسى Sexual reproduction	مفاهيم معالجة الجينات Gene Manipulation
التغير الوراثى		
التوزيع العشوائى		
التضاعف	التكاثر اللاجنسى Non-sexual reproduction	
الجراثيم		
الاقتران الوراثى Conjugation	مفاهيم النقل الجينى التقليدى فى البكتيريا Gene Transfer in bacteria	
عملية التحول الوراثى Transformation		
Transduction الاستقطاع الوراثى		
Reverse إنزيم النسخ العكسى Transcriptase Enzyme	العزل الجيني Gene Isolation	
Restriction & القطع واللصق Ligation	المعالجة الجينية Gene Manipulation	
تهجين الحمض النووى DNA Hybridization		

المفاهيم الأساسية	المفاهيم الفرعية	المفاهيم تحت الفرعية
مفاهيم معالجة الجينات Gene Manipulation	إنزيمات المعالجة الجينية Gene Manipulation Enzymes	إنزيمات القطع Endo / Exo - Nuclease
		إنزيمات اللصق Ligases
		إنزيمات البلمرة Polymerases
		إنزيمات تعديل الحمض النووى DNA Modifying Enzymes

٣- مفاهيم تخصصية

المفاهيم الأساسية	المفاهيم الفرعية	المفاهيم تحت الفرعية
مفاهيم تقنيات النقل الجين Gene Transfer	مفاهيم النقل الجينى غير التقليدى عن طريق النواقل Gene Transfer by vector	البلازميد Plasmid
		البكتيروفاج Bacteriophage
		الفيروسات Viruses
		الجينات القافذة Jumping Genes
	مفاهيم النقل الجينى عن طريق المعالجات الكيميائية والفيزيقية	النقل المباشر باستخدام البوليمرات PEG
		دمج البرو توبلاست Protoplast Fusion
		الحقن الدقيق Microinjection
		الحقن بالليزر Laser micro beam
		الثقب الكهربى Electroporation
		مسدس الجينات Gene Gun

المفاهيم الأساسية	المفاهيم الفرعية	المفاهيم تحت الفرعية
مفاهيم التقنيات الحيوية Biotechnology Techniques	تقنية تهجين DNA DNA Hybridization	
	DNA معاد الاتحاد DNA Recombinant	
	إكثار DNA (الكلونة) DNA Cloning	
	تفاعل البلمرة المتسلسل PCR	
	DNA المكمل DNA Complimentary	
	الخرائط الجينية Gene Mapping	
	البصمة الجينية Gene Fingerprint	
	زراعة الخلايا والأنسجة Cell & Tissue Culture	
	الأجسام المضادة الاحادية Monoclonal Antibodies	
	الأجسام المضادة المتعددة Polyclonal Antibodies	

ثانيًا: تنظيم تطبيقات التكنولوجيا الحيوية

تشمل التطبيقات البيولوجية الرئيسة المرتبطة بالتكنولوجيا الحيوية عدة تطبيقات تتحدد فى ستة محاور، وتندرج تحت هذه المحاور الأساسية مجموعة من التطبيقات الرئيسة، والتى تندرج تحتها مجموعة من التطبيقات الفرعية كالآتى:

١-تطبيقات خاصة بمجال الزراعة والإنتاج الحيوانى

نباتات محورة وراثيًا، ورفع القيمة الغذائية للنباتات، واستنساخ النباتات، وتشخيص وعلاج أمراض النبات، والمخصبات الحيوية، وحيوانات محورة وراثيًا، وزيادة إنتاجية الحيوان، وتشخيص وعلاج أمراض الحيوان، والكائنات البحرية المحورة وراثيًا، واستنساخ الحيوانات، وحيوانات أنابيب الاختبار.

٢- تطبيقات خاصة بمجال البيئة

- التنوع الحيوى.
- علاج تلوث البيئة: التلوث: البترولى، البلاستيك، المبيدات، الأسمدة الزراعية، المنظفات الصناعية، القمامة، المعادن الثقيلة والمشعة، الصرف الصحى، تلوث الغذاء.

٣- تطبيقات خاصة بمجال الصناعة

- صناعة الغذاء
- صناعة الأدوية
- صناعة الكيمائيات: مبيدات حشرية وفطرية، والإنزيمات، والهرمونات، والصبغات، والفيتامينات، والأحماض العضوية، والبروتينات، والزيوت، والبلاستيك.

٤- تطبيقات خاصة بمجال الطاقة

زيادة كفاءة علف الحيوانات، وإنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية، وإنتاج البيوغاز.

٥- تطبيقات خاصة بمجال الطب والعلاج

- صناعة الأدوية: الفاكسينات، واللقحات، والطعوم، والأجسام المضادة الأحادية، المضادات الحيوية.
- تشخيص الأمراض

- العلاج الجيني

٦- تطبيقات خاصة بمجال الجينات البشرية

أطفال الأنابيب، والاستنساخ البشري، وإنتاج قطع غيار الأعضاء، ومشروع الجينوم البشرى، وجينوميا الجريمة.

ثالثًا: تنظيم القضايا البيولوجية

تشمل القضايا البيولوجية المعاصرة الرئيسة المرتبطة بالتكنولوجيا الحيوية، ٢٥ قضية تتحدد فى خمسة محاور كالتالى:

١-قضايا تتعلق بمجال البيئة والغذاء

الإخلال بتوازن سوق الغذاء، زيادة أو القضاء علي بعض الأنواع النباتية والحيوانية، التلوث الغذائى الجينى، المخاطر البيئية بعيدة المدى، نقص الأمان الحيوى.

٢-قضايا تتعلق بمجال الطب والعلاج بالجينات وتكنولوجيا الإنجاب

مخاطر العلاج الجيني، مدى الثقة فى فعالية العلاج الجينى، مخاطر التجارب الجينية، أخطاء تطبيق تكنولوجيا الإنجاب.

٣-قضايا تتعلق بمجال السياسة والإقتصاد

سيطرة القوي السياسية والاقتصادية: سياسات دول العالم النامى، أصول المصادر الجينية، السوق التجارية العالمية، تدعيم الأمن الغذائى فى الدول الفقيرة، الملكية الفكرية.

٤-قضايا تتعلق بمجال الأخلاقيات الحيوية

مخاطر التجارب الجينية على الإنسان، شرعية الاستنساخ البشرى، شرعية تكنولوجيا الإنجاب، الحرب البيولوجية.

٥-قضايا تتعلق بمجال النظام الاجتماعى

العنصرية، المسئولية الشخصية السلوكية، سرية المعلومات الجينية، الفجوة المتزايدة بين الفقر والغنى، الاختبـــار الجينى كأساس للاختيار الوظيفى، عـــدم تكافـــؤ الفرص الاجتماعية، الثقة فى استخدام البصمة الجينية فى المنازعات القضائية.

تنظيم المحتوى فى وحدات دراسية

وسوف نعرض فيما يلى كيفية تنظيم محتوى التكنولوجيا الحيويـــة فى وحـــدات دراسية منظمة، وفقًا لترابط المفاهيم الرئيسة مع ما تحتويه من مفاهيم فرعية متصلة فى وحدات عضوية وموضوعية مع التطبيقات والقضايا المعاصرة. ويمكن تنظيم مفـــاهيم التكنولوجيا الحيوية فى ثلاث وحدات دراسية كالآتى:

الوحدة الدراسية الأولى: المادة الوراثية DNA

وتتضمن هذه الوحدة المفاهيم البيولوجيـــة التاليـــة: الخليـــة، الكرومـــسومات، الكروموسوم البكتيرى والبلازميد ، المادة الوراثية، الحمـــض النـــووى الديؤكـــسى ريبوزي، تضاعف DNA، اصلاح عيوب DNA، الطفرات.

كما تتضمن الوحدة التقنيات الحيوية التالية: تقنية تـــهجين DNA ، وتقنيـــة تفاعل البلمرة المتسلسل.

الوحدة الدراسية الثانية: التعبير الجينى

وتتضمن هذه الوحدة المفاهيم البيولوجية التاليـــة: الجين، الحمض النووى الريبوزى RNA ، الشفرة الوراثية، المحتوى الجينى، التعبير الجينى، عملية النسخ DNA، عملية تـــهذيب الشفرة الوراثية، عملية ترجمة الشفرة الوراثية، تصنيع البروتين.

كما تتضمن الوحدة التقنيات الحيوية التالية: تقنية DNA معاد الاتحاد، تقنية الحامض النووى الديؤكسى ريبوزى المكمل، تقنية إكثار الجين، تقنية الخرائط الجينية، تقنية البصمة الوراثية.

الوحدة الدراسية الثالثة: معالجة الجينات

وتتضمن هذه الوحدة المفاهيم البيولوجية التالية: عزل الجينات، معالجة الجينات، الإنزيمات المستخدمة فى معالجة الجينات، التكاثر اللاجنسى، التكاثر الجنسى، النقل الجينى التقليدى فى البكتريا، الاقتران الوراثي، التحول الوراثى، الاستقطاع الوراثى.

كما تتضمن الوحدة التقنيات الحيوية التالية: تقنية زراعة الخلايا والأنسجة، تقنيات النقل الجينى غير التقليدى عن طريق النواقل: البلازميد Ti، لاقمات البكتريا، الفيروسات، الجينات المتحركة. وتقنيات النقل الجينى عن طريق المعالجات الكيميائية والفيزيقية: PEG، دمج البروتوبلاست، الحقن الدقيق، الحقن بالليزر، الثقب الكهربى، مسدس الجينات.

وبالنسبة لتناول التطبيقات والقضايا فإن المعلم يربط فى كل درس عدة تطبيقات وفقًا للمفهوم الذى يقوم بتدريسه حيث يوجه التلاميذ للبحث عن التطبيقات الحيوية المرتبطة بموضوع الدرس، كما يطرح قضايا حيوية ويوجه الطلاب لإبداء الرأى فيها ومناقشتها. وسوف نتناول بالتفصيل كيفية ربط المفاهيم بالتطبيقات والقضايا الحيوية فى الفصل السادس عند عرض طريقة التدريس المقترحة.

وبالنسبة لتوزيع الوحدات الدراسية على المنهج المدرسى فإن من المفيد أن نتناول الوحدة الأولى " المادة الوراثية DNA " والوحدة الثانية " التعبير الجينى" فى الصف الأول الثانوى، ثم نتناول الوحدة الثالثة "معالجة الجينات" فى مرحلة الثانوية العامة.

الفصل الثالث

استراتيجية تدريس التكنولوجيا الحيوية
فى ضوء مدخل المفاهيم وربط التطبيقات التكنولوجية
بقضايا المجتمع

تدريس التكنولوجيا الحيوية فى ضوء مدخل المفاهيم

يرى الكثير من العلماء أن التلميذ في سن الثانية عشرة يمكن أن يفهم قواعد الوراثة العادية، وعندما يصل إلى سن السادسة عشرة يجب أن يدرس تطبيقات التكنولوجيا الحيوية من وجهتي النظر العلمية والاجتماعية، ويشير بعضهم إلى ضرورة الاتجاه نحو الوعي بأهمية البعد الصناعى الكامن فى علوم البيولوجيا. ويمكن من خلال مواضع معينة فى منهج البيولوجيا تقديم فكرة العلوم البيولوجية كأساس صناعى يفيد في تطبيقات اجتماعية واقتصادية، وهذا التغير سيعود بالفائدة علي مناهج البيولوجيا لأن هذه المعلومات أكثر تشويقًا وتثير انتباه ويقظة الطلاب الذين لم يعد لديهم دافعية قوية تجاه البيولوجيا التقليدية.

ويدعم ما سبق أنه من المعالم الرئيسة لتحديث ميدان مشروع منهج العلوم البيولوجية في الولايات المتحدة، ومشروع نافيليد لعلم الأحياء في المملكة المتحدة، وجهود المنظمة العربية للتربية والثقافة العلوم في الدول العربية، ومشروع اليونسكو للبيولوجيا في أفريقيا، إدراج مدخل بيولوجيا الوراثة والجزيئات ومدخل البيولوجيا التطبيقية، أي استخدام تدريس البيولوجي في حل المشكلات واتخاذ القرار. ويرى Rasmussen & Matheson (1990) أن تدريس التكنولوجيا الحيوية فى المرحلة الثانوية يجب أن يبدأ أولاً بتدريس تاريخ التكنولوجيا الحيوية، كما يجب أن تصمم الدروس متمركزة حول المفاهيم ويكون ذلك بتدريس خمس وحدات تعليمية كالتالى:

١- أساسيات الوراثة و DNA.

٢- استخلاص DNA من الخلايا الحية.

٣- طرق معالجة DNA باستخدام الكائنات الحية فى الطبيعة.

٤- طرق معالجة DNA باستخدام تقنيات من صنع الإنسان لتحقيق بعض الأغراض مثل البصمة الوراثية.

٥- عرض الأسئلة الأخلاقية التي تجلبها التكنولوجيا الحيوية ويكون ذلك بدفع الطلاب في تمرينات اتخاذ القرار، مع ضرورة عرض مصطلحات التكنولوجيا الحيوية وتعريفها للطلاب مع عرض قائمة بمراجع علمية في مجالات الزراعة، والبيئة، والأخلاقيات، والطب، والأمراض، والفهم المحلي، والتخلص من النفايات.

ونظرًا لتضخم المعرفة العلمية فإن تنظيمها على هيئة مفاهيم يضمن تعلمها بسهولة ويزيد من القدرة على إدراك المعنى وربط جزيئات العلم في محاور رئيسة. كما أن ربط هذه المفاهيم بتطبيقاتها التكنولوجية يفيد في ربط المتعلم بالحياة اليومية ويزيد من قدرته على حل المشكلات، وتقدير قيمة العلم في حل مشكلات الحياة التي تواجهه باستمرار، كما أن تقديم هذه المفاهيم وتطبيقاتها التكنولوجية في إطار تفاعلها مع المجتمع وربطها بالقضايا الاجتماعية الناشئة عن استخداماتها بصور مختلفة يفيد في إكساب الطلاب القدرة على تحليل المواقف واتخاذ القرار بشان التكنولوجيا وتطبيقها في المجتمع بطريقة آمنة سلمية، والقدرة على تلافي الأخطار المتشعبة الناتجة عن سوء استخدام التكنولوجيا. كما يشجع ذلك على التعلم الذاتي والتربية العلمية مدى الحياة.

ويؤكد (عايش زيتون، ١٩٩٩) على أن أهمية تدريس المفاهيم تكمن في أن المفاهيم أكثر ثباتًا واستقرارًا من الحقائق العلمية الجزئية، كما أن المفاهيم اللازمة لتكوين المبادئ، والقواعد، والقوانين، والنظريات العلمية. ولعل تدريس المفاهيم والتطبيقات والقضايا المعاصرة يتسم بالمرونة، وتنوع الأساليب واعتماد التدريس على

الأساليب التى تمنح حرية للمتعلم فى التفكير والاكتشاف وحل المشكلات، كما يتميز دور المعلم بكونه محفزًا ومرشدًا وموجهًا للمتعلمين أثناء عملية التعلم عن طريق اختيار الخبرات الهادفة المناسبة لمستوى المتعلمين وتقديم الأنشطة المحفزة للتفكير وتدريب المتعلمين على اتباع أسس التفكير العلمى والإبداعى والناقد من خلال طرح الأسئلة مفتوحة النهاية، وإتاحة الفرصة أمام المتعلمين للبحث والاكتشاف، والتحقق من الفروض عن طريق الملاحظة والتجريب، وإتاحة الفرصة لهم لطرح الأفكار ومناقشتها واتخاذ القرار وتوضيح الأسباب وتكوين الرأى.

ونرى أن المدخل لذلك هو تعلم المفاهيم بحيث يكون المفهوم هو الأساس الذى يبدأ من عنده التعلم ثم يتدرج ليرتبط بالتطبيقات التكنولوجية التى ترتبط به عمليًا ثم يقدم المحتوى الاجتماعى ليشمل التفاعلات المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا وحياة الإنسان فى مجتمعه، وذلك لضمان ربط المتعلم بالحياة الواقعية وإعداده للمشاركة فيها بصورة فعالة تضمن مزيدًا من التقدم العلمى والتكنولوجى ومزيدًا من الرفاهية المجتمعية.

طبيعة المفهوم

تحتل المفاهيم العلمية وتدريسها مكانة مرتفعة فى مجال طرق تدريس العلوم، والتى يسهل استخدامها وتصميم الطرق والأساليب والاستراتيجيات العديدة لتقديمها للمتعلم.

والمفهوم وفقًا لتعريف (تمام إسماعيل، ١٩٩٧) هو تجريد للعناصر المشتركة بين عدة مواقف أو حقائق ويشتمل على عمليات تمييز بين مجموعة من المثيرات وعادة ما يعطى له اسم أو عنوان. وتلخص (منى عبد الهادى وأيمن حبيب، ١٩٩٨) تعريفات

المفهوم فيما يلى: المفاهيم العلمية هى صور ذهنية تنتج عن اتساق أو تناسق أحداث أو أشياء معينة ويمكن تحديده إجرائيا بتوافر السمات التالية، وهى:

- أن يكون مصطلحًا يمكن تعريفه لفظيًا.
- أن يكون تجزيدًا لعدد من السمات التى تشترك فيها مجموعة من الأحداث أو الأشياء.
- أن يكون متسما بالشمولية والعمومية.

إن المفهوم هو عملية وناتج، فمن حيث كونه عملية فهو عملية عقلية يتم عن طريقها تحديد مجموعة من الصفات أو السمات أو الحقائق المشتركة، وتعميم عدد من الملاحظات ذات العلاقة بمجموعة من الأشياء، وتنظيم معلومات حول صفات شىء أو حدث أو عملية أو أكثر، وهذه المعلومات تمكن من تميز أو معرفة العلاقة بين قسمين أو أكثر من الأشياء. أما عن المفهوم كناتج للعملية العقلية السابقة فهو الاسم أو المصطلح أو الرمز الذى يعطى لمجموعة الصفات أو السمات أو الخصائص المشتركة أو العديد من الملاحظات أو مجموعة المعلومات المنظمة. كما أن لكل مفهوم مدلول أو تعريف يرتبط به وتتضح سلامة المدلول فى إمكانية استبدال المفهوم به دونما أى تغيير فى السياق المستخدم فى المدلول.

ويذكر (محمد الحيلة، ٢٠٠١) أن المفهوم يتكون من خصائص علاقية (حرجة)، وأخرى غير علاقية (ثانوية)، وهناك خمس قواعد أساسية تنظم صفات المفهوم العلاقية وهى كالآتى:

١- قاعدة الإثبات: ويكون الشىء المعين مثالاً على المفهوم فى حالة انطباق أو إثبات صفة علاقية معينة على ذلك الشىء.

٢- قاعدة الاقتران: الشيء المعين لا يكون مثالاً إلا إذا اقترنت صفتان علاقيتان أو أكثر معًا في ذلك الشيء.

٣- قاعدة التضمين الاقتراني: الشئ المعين يكون مثالاً على المفهوم إذا توافرت إحدى الصفات العلاقية في ذلك الشيء بصورة غير مقترنة معًا.

٤- قاعدة الشرط: وتشير إلى وجوب توافر صفة علاقية معينة إذا توافرت صفة علاقية أخرى.

٥- قاعدة الشرط المزدوج: تشير إلى شرط تبادلي بين صفتين علاقيتين بحيث اذا توافرت إحداهما فيجب أن تتوفر الأخرى فيهما حتى يكون الشيء مثالاً على المفهوم.

وعن كيفية تكوين المفهوم يذكر (فتحي الديب، ١٩٨٦) أن عملية تكوين المفهوم عملية يقوم بها الفرد نفسه أي أنها تتطلب منه التفاعل والإيجابية والتفكير من أجل الوصول إلى العلاقات الموجودة بين مجموعة المعطيات، ويتأثر تعلم المفاهيم بعدة عوامل ذات أثر في ربط عملية تعلم المفاهيم بكيفية توجيه التدريس من أجل تكوينها، وهذه العوامل هي عدد الأمثلة المقدمة للمتعلم، وتنوع الأمثلة ما بين أمثلة موجبة وأمثلة سالبة، ومعرفة المعلم للخبرات السابقة للمتعلم، ومعرفة الفروق الفردية بين المتعلمين، واستخدام الخبرات المباشرة والبديلة، وتدعيم التعلم بالقراءة العلمية، ومعرفة نوع المفهوم لتحديد درجة صعوبته. ووفقًا لآراء (Gange,1970) فإن تعلم المفاهيم يأتي ضمن تنظيم هرمي محدد بثمانية أنماط من أنماط التعلم لكل منهم قواعده وشروطه ويأتي تعلم المفهوم في المرتبة السادسة في هذا التنظيم وفيه يعتمد التعلم على إدراك المتعلم الخصائص المجردة للأشياء والربط بين هذه الخصائص، كما أن مقدرة المتعلم على تعلم المفهوم يتطلب منه إتقان التعلم السابق له في السلم الهرمي ومستويات تعليم المفهوم كالتالي:

- التعرف على العناصر الدالة على المفهوم من بين عدد من العبارات.
- التعرف على المفهوم من بين عدد من المفاهيم إذا أعطى اسم المفهوم.
- التعرف على الأمثلة واللاأمثلة الدالة على المفهوم.
- التعرف على وحدات قياس المفهوم.

استراتيجيات تعلم المفاهيم

استراتيجية الاستقراء

يذكر (محمد السيد،٢٠٠٢) أن الاستقراء هو العملية التى ينتقل فيها الفرد بتفكيره من الخاص إلى العام ويتم فيها استخلاص مبادئ وقواعد عامة من الجزيئيات والحالات الفردية، والاستقراء كاستراتيجية تدريس هو دراسة الجزيئيات للوصول إلى حكم كلى يشملها جميعًا أى الوصول من الأمثلة إلى القاعدة أو المبـدأ أو التعريـف. وتـشتمل استرتيجية الاستقراء على الخطوات التالية:

١- تزويد الطلاب باسم المفهوم كوسيط لغوى.

٢- تقديم أمثلة موجبة للمفهوم بـهدف اكتساب اسمه.

٣- عرض عدد كاف من الأمثلة واللاأمثلة على المفهوم مع مراعاة ما يلى:

- تنوع الأمثلة واللاأمثلة.
- عرض الأمثلة واللاأمثلة ازواجًا متقابلة.
- التدرج فى صعوبة الأمثلة واللاأمثلة بحيث يعرض السهل منـها أولاً ثم الانتقال تدريجيا نحو الصعب.
- الإشارة من جانب المعلم إلى المثال بأنه مثال علـى المفهـوم، وإلى اللامثال بأنه ليس مثالاً على المفهوم دون إعطاء تبرير لذلك.

- قيام الطلاب بعد الانتهاء من مقابلة الأمثلة واللاأمثلة بكتابة الخصائص المميزة للمفهوم والتوصل إلى تعريف المفهوم.
- تقديم التعزيز المناسب بعد تلقى الاستجابة فورًا.

استراتجية الاستنباط

كما يحدد (محمد السيد،٢٠٠٢) الاستنباط على أنه العملية التى ينتقل فيها الفرد بتفكيره من العام إلى الخاص، ويعرف أيضا بالاستنتاج أو القياس حيث تطبق مبادئ عامة على حالات فردية واستخلاص أحكام خاصة من أحكام عامة. والاستنباط كاستراتيجية تدريس هو الانتقال من القاعدة أو الحكم العام إلى ملاحظة الأمثلة أى الوصول من القاعدة أو التعريف إلى الأمثلة. وتشتمل استراتيجية الاستنباط على الخطوات التالية:

١- تزويد الطلاب باسم المفهوم.

٢- تقديم تعريف المفهوم.

٣- عرض مجموعة كافية من الأمثلة واللاأمثلة على المفهوم بحيث يعرفها الطلاب أزواجًا متقابلة (مثال / لامثال) مع إخبار المعلم عن المثال بأنه مثال على المفهوم وعن اللامثال بأنه ليس مثال عليه مع تقديم التبرير على ذلك.

٤- تقديم التعزيز المناسب أو التغذية الراجعة بعد صدور الاستجابة المباشرة.

استراتيجية الاستدلال

الاستدلال هوعملية استخلاص أحكام ومبادئ عامة من مجموعة من الملاحظات أو الحالات الفردية وتطبيق هذه الأحكام أو المبادئ على حالات فردية أخرى. والاستدلال كاستراتيجية تدريس هو استقراء التعريف أو القاعدة العامة التى ترتبط بين مجموعة من العناصر واستنباط الأجزاء أو الحالات الفردية من التعريف أو القاعدة العامة. وتشتمل استرتيجية الاستدلال على الخطوات التالية:

تزويد الطلاب باسم المفهوم كوسيط لغوى.

١- تقديم أمثلة موجبة للمفهوم بهدف اكتساب اسمه.

٢- عرض عدد كاف من الأمثلة واللاأمثلة على المفهوم.

٣- الإشارة من جانب المعلم إلى المثال بأنه مثال على المفهوم وإلى اللامثال بأنه ليس مثالا عليه دون تقديم أى شرح أو توضيح منه يفسر لماذا هو مثال أو ذاك ليس بمثال على المفهوم؛ لأنه يفترض بالطالب أن يستقرئ الخصائص المميزة للمفهوم.

٤- التحقق من صحة تعلم الطلاب للمفهوم من خلال تقديم مجموعة جديدة من الأمثلة واللاأمثلة على المفهوم ثم يطلب من الطلاب تصنيفها إلى أمثلة ولاأمثلة.

٥- قيام الطلاب بعد الانتهاء من مقابلة الأمثلة باللاأمثلة بكتابة الخصائص المميزة للمفهوم والتوصل إلى تعريف المفهوم.

٦- تطبيق تعريف المفهوم المستقرأ على أمثلة أخرى جديدة.

٧- تقديم مجموعة أخرى من الأمثلة واللاأمثلة على المفهوم بطريقة عشوائية ثم يطلب من الطلاب تصنيفها إلى ما هو مثالاً ينتمى للمفهوم وما هو ليس مثالاً على المفهوم مع توضيح سبب ذلك.

٨- تقديم التعزيز المناسب أو التغذية الراجعة بعد صدور الاستجابة المباشرة.

(محمد السيد،٢٠٠٢)

استرتيجية خرائط المفاهيم

خرائط المفاهيم عبارة عن أشكال تخطيطية تربط المفاهيم ببعضها البعض عن طريق خطوط أو أسهم يكتب عليها كلمات تسمى كلمات الربط لتوضيح العلاقة بين مفهوم وآخر. وعند إعداد هذه الخرائط يراعى وضع المفاهيم الأكثر عمومية فى قمة الشكل ثم تدرج المفاهيم الأقل فالأقل. ويذكر (خليل الخليلى وآخرون،١٩٩٦) أن من بعض استخدامات خرائط المفاهيم ما يلى:

١- تساعد على ربط المفاهيم الجديدة بالبنية المعرفية للمتعلم.

٢- تساعد المعلم على التركيز حول الأفكار الرئيسة للمفهوم الذى يقوم بتدريسه.

٣- تساعد المتعلمين على البحث عن العلاقات بين المفاهيم.

٤- تساعد المعلم على معرفة الفهم الذى قد ينشأ عند المتعلمين.

٥- تساعد المعلم على قياس مستويات بلوم العليا لأنه يتطلب من المتعلم مستوى عاليًا من التجريد.

ويحدد (Novak &et al 1983) ثلاثة طرق مختلفة لتصميم المفاهيم، وهى كالآتى:

١- أن نـــزود الطلاب بعدد من المفاهيم المرتبطة بموضوع معـــين وتـــركهم لإعداد الخريطة.

٢- أن يتعرف الطلاب على المفاهيم المختلفة فى النص ثم استخدام هذه المفاهيم لتشكيل الخرائط.

٣- يقوم الطلاب ببناء الخرائط اعتمادًا على معرفتـــهم الـــسابقة، والمرتبطـــة بموضوع معين دون إمدادهم بأية كلمات أو نصوص.

ويمكـــن أن تـــبنى خـــرائط المفـــاهيم تعاونيـــا وفقـــا لتوضـــيح (Novak & Musonda,1991) وفقا للخطوات الآتية:

١- يتم اختيار الموضوع.

٢- يتم تحديد المفاهيم الرئيسة المناسبة.

٣- يتم تحديد المفاهيم الأكثر شمولية (العامة)، والأقل شمولية (النوعية).

٤- ترتب المفاهيم بدءًا بالمفهوم الأكثر عموميـــة عند القمة، ويتبعه المفهـــوم الأقل وهكذا.

٥- وضع خطوط بين المفاهيم لربطها ببعضها البعض مع كتابة تعبير يدل على نوع العلاقة بين أى مفهومين.

أساليب ربط المفاهيم

كما تتعدد أساليب وطرق تدريس المفاهيم بـــهدف ربط المفاهيم ببعـــضها عن طريق استخدام مجموعة من العلاقات كما يلى:

١- استخدام أشكال فن Venn Diagram لبيان علاقة الجزء بالكل. ومن أهم شروط استخدامها أن تكون العلاقة بين الجزء والكل وطيدة جدًا أى أن الجزء والكل ينتميان لنفس الشيء.

٢- استخدام علاقات المقارنة Comparative relationship لإيضاح الفـــروق بين مفهومين أو ثلاثة طبقا لعناصر مقارنة محددة. وتتم المقارنة فى جداول تشتمل أنواع المقارنة، ويمكن أن يصمم المتعلم جداول المقارنة بنفسه طبقًا لأوجه المقارنة المحددة من قبل المعلم.

٣- استخدام علاقات التلازم بـــين المفـــاهيم Combinatorial relationship ويشمل الهدف التعليمى عدة مفاهيم قريبة بعضها فى عملية تلازم ويمكـــن تصميم أشكال لبيان علاقة التلازم بين مجموعتين من المفاهيم.

٤- استخدام العلاقات المتتابعة Sequential relationship وتستخدام خريطة المفاهيم لإيضاح علاقات التتابع بين المفاهيم وبعضها باســـتخدام أدوات ربط معينة فى صورة متتابعة مع توضيح أداة الربط وتقوم الخـــرائط علـــى إمكانية تدرج وتتابع المفاهيم وعلى وجود أداة ربط بـــين كـــل مفهـــوم وآخر. والخريطة يمكن أن تكون صغيرة أو كبيرة متفرعة، ويمكن أن يصمم المعلم أو المتعلـــم معًا خريطة المفاهيـــم لـــربط المفاهيـــــم الـــتى وردت بالوحدة التعليمية.

٥- استخدام الرسومات والأشكال Graphic organizer لإيضاح العلاقـــات بين المفاهيم وبعضها برسومات وأشكال مناسبة للمفهوم على أن يكون هناك ارتباط بين بعض المفاهيم أو كلها، وتعتمد على تحويل المفـــاهيم إلى أشكال أو رسومات مناسبة وعلى أن تكون هناك ارتبـــاط وتتـــابع بـــين المفاهيم وبعضها.

٦- تصميم شبكة للمعانى Sementic web تشمل عددًا من المفاهيم التى تشتق من مفهوم كبير وتستخدم على أساس أن يكون هناك سؤال مركزى يشمل عددًا من المفاهيم وأن تكون الإجابة فى صورة تفرعات رئيسة ثم تفرعات ثانوية مشتقة من التفرعات الرئيسة، وتضم شبكة المعانى لربط المفاهيم هدفًا واحدًا أو عدة أهداف تعليمية مع بعضها وتستخدم دوائر توضح فيها المفاهيم، وتوضع سؤالاً مركزيًا فى منتصف الشبكة متبوعًا بعلامة استفهام. (زاهر، ١٩٩٦)

نماذج اكتساب المفاهيم العلمية

نموذج دورة التعلم

يعتمد نموذج دورة التعلم على فروض نظرية بياجيه فى التعلم، وتقوم على أساس أن التعلم عملية نشطة، حيث يجب إحاطة المتعلم بموقف معين يجرب من خلاله ويصنع الفروض ويخطط للإجابة عنها بنفسه ويقارن بين ما توصل إليه بنفسه وما توصل إليه زملاؤه من نتائج، وتتكون دورة التعلم من ثلاثة أطوار وهى:

١- **طور الكشف**: وفيها يتعلم الطلاب بخبراتهم الذاتية، ويقترح المعلم الأنشطة التى تقوم على تذكر الخبرة الحسية القديمة، والانتقال منها إلى الخبرة الحسية الجديدة. ويقوم المعلم فى هذه المرحلة بصياغة بعض المشكلات والصعوبات التى ستتضمنها أنشطة كل مرحلة من مراحل الدورة، ثم يقوم المعلم بتحديد المفهوم الذى يود تقديمه، ويكتب قائمة لكل ما يمكن توفيره من الخبرات الحسية أو المحسوسة ذات العلاقة الوثيقة بالمفهوم ويبدأ المتعلم أنشطة مرحلة الكشف ويعتمد المتعلم على الملاحظة والقياس والتجريب ويقتصر دور المعلم على التوجيه والإرشاد.

٢- **طور تقديم المفهوم**: وفى هذه المرحلة تستخدم الخبرات الحسية التى مارسها المتعلم فى المرحلة السابقة كأساس لتعميم المفهوم، ويطلب من المتعلمين أن يحددوا أجزاء أو كل العلاقة بين مفاهيم المادة التعليمية بأنفسهم مع تدخل أو توجيه المعلم.

٣- **طور تطبيق المفهوم**: وتلعب هذه المرحلة دورًا مهمًا فى تطبيق المفهوم الجديد فى مواقف أخرى جديدة أو فى اتساع مدى فهم الطلاب للمفهوم أو للمبدأ المقصود تعلمه خلال المرحلتين السابقتين. ويقوم المتعلمون بأنشطة تعينهم على انتقال أثر التعلم وعلى تعميم الخبرة السابقة على مواقف جديدة.

(Fuller et al ,1982, Bybee and Sund,1982.)

نموذج التعلم البنائى

وهو من نماذج التدريس القائمة على الفلسفة البنائية، ويذكر (Sauenders,1992) أن الفلسفة البنائية تقوم على ثلاثة أعمدة وهى: أن المعنى يبنى ذاتيًا من قبل الجهاز المعرفى للمتعلم نفسه، وأن تشكيل المعنى عند المتعلم عملية عقلية نشطة تتطلب جهدًا عقليًا، وأن البنية المعرفية لدى المتعلم تقاوم التغير بشكل كبير. وفي نموذج التعلم البنائى يتم التركيز على جعل المتعلم محور العملية التعليمية ويقوم المتعلم بالدور الرئيسى فى عملية التعلم.

ويقوم النموذج على أربع خطوات أساسية وهى كالتالى:

١- **مرحلة الدعوة**: وفى هذه المرحلة يتم دعوة الطلاب إلى التعلم وتتم الدعوة من خلال عرض بعض الأحداث المتناقضة، أو من خلال عرض بعض الصور الفوتوغرافية التى تعرض لبعض المشكلات المقترحة للدراسة أو التى

تعرض بعض الأمور المحيرة، أو من خلال بعض الخبرات التي يمر بها الطلاب أو عن طريق طرح بعض الأسئلة. ويعتمد المعلم فى هذه المرحلة على المعلومات السابقة لدى الطلاب كما يعتمد على حب استطلاعهم، وقد يستخدم المعلم بعض القضايا البيئية المحسوسة لدى الطلاب. وفى نهاية هذه المرحلة يجب أن يركز الطلاب على مشكلة واحدة أو أكثر ويجب أن يشعروا بالرغبة فى البحث للوصول لحل هذه المشكلة.

٢- **مرحلة الاستكشاف والابتكار**: وفى هذه المرحلة تحدى لقدرات الطلاب فى البحث عن إجابات لأسئلتهم الخاصة التي تولدت لديهم من خلال الملاحظة والقياس والتجريب، وبقارن الطلاب أفكارهم ويختبرونها لمحاولة تجميع ما يحتاجونه من بيانات ومعلومات خاصة المشكلة، ويعمل الطلاب فى مجموعات تعمل كل مجموعة على القيام بمهمة محددة يقدم من خلالها المعلم الخبرات والأنشطة الأساسية فيما يسمى بمجتمع الأنشطة حيث تكون هناك الفرصة للمزج بين العلم والتكنولوجيا واستخدام العلم فى خدمة المجتمع.

٣- **مرحلة اقتراح التفسيرات والحلول**: وفى هذه المرحلة يقدم الطلاب اقتراحاتهم للتفسيرات والحلول، وذلك من خلال مرورهم بخبرات جديدة ومن خلال إجراء التجارب الجديدة وفى هذه المرحلة يتم تعديل تصورات الطلاب الخاطئة أو إحلال المفاهيم العلمية السليمة محل ما لديهم من مفاهيم خاطئة.

٤- **مرحلة اتخاذ القرار**: فى هذه المرحلة تحدى لقدرات الطلاب لإيجاد تطبيقات مناسبة لما توصلوا إليه من حلول أو استنتاجات وتنفيذ ما توصلوا

إليه عمليًا وتجربته لإثبات صحته وهو من صور مزج العلم بالتكنولوجيا. (Reigeluth, 1991, 36-37)

تدريس التكنولوجيا الحيوية فى ضوء مدخل STS

يعيش العالم اليوم ثورة التكنولوجيا والمعلومات فى جميع مختلف العلوم والآداب والفنون، مما يؤثر على حياة الإنسان اليومية وعلى أنشطته المختلفة. ولعل دور المعلم هو توجيه تفكير الطلاب إلى أهمية العلم وتطبيقاته التكنولوجية فى مجالات حياتهم المتعددة، وذلك بحثهم على البحث العلمى والاكتشاف بهدف اكتساب مهارات التفكير العلمى، كما أن للمعلم دورًا مساعدًا أيضا فى حث الطلاب على تكوين الآراء حول القضايا التى تثيرها تطبيقات التكنولوجيا فى المجتمعات الحديثة والتعرف على أثرها فى حياتهم واتخاذ موقف واضح منها.

ولعل من أبرز مجالات التكنولوجيا الحديثة فى الوقت المعاصر مجال التكنولوجيا الحيوية لما لها من تنوع وتعدد فى تطبيقاتها فى مجالات عديدة منها مجال الزراعة والإنتاج الحيوانى ومجال الطب والعلاج، بالإضافة لتطبيقاتها العديدة فى مجال الصناعة والطاقة. ومع ظهور التكنولوجيا الحيوية وانتشار تطبيقاتها فى مختلف المجالات الحياتية ظهرت معها مجموعة من القضايا المعاصرة التى تمس أيضا مختلف جوانب حياة الإنسان.

ونظراً لتعقد وتطور علم البيولوجيا الحديثة وتنوع التقنيات الحيوية المرتبطة به فأن تدريس العلوم البيولوجية لا بد أن يحظى من المعلم على تركيز تدريس المفاهيم المعاصرة من هذا العلم مرتبطة بتطبيقاتها فى مجالات الحياة المتعددة وما تثيره هذه التطبيقات من قضايا وثيقة الصلة بحياة الطلاب مع الاهتمام بتوجيه الطلاب إلى طرق

البحث العلمى والاكتشاف والتجريب ومهارات التفكير العلمى والقدرة على اتخاذ القرار. وبذلك يكون للمعلم دور مهم فى مساعدة الطلاب على فهم المفاهيم البيولوجية المعاصرة، كما أن له دورًا مهمًا فى مساعدة الطلاب على معرفة التطبيقات الحديثة للعلوم البيولوجية وتكوين رأى حول القضايا البيولوجية المعاصرة المثارة على الساحة العالمية الأن والتى تمس حياة الإنسان بشكل مباشر.

مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع STS

هذا المدخل يعتبر من أحدث المداخل التعليمية التى تنادى بتدريس المفاهيم العلمية فى إطار التكنولوجيا والمجتمع. وقد ظهر مدخل STS فى أواخر القرن الماضى ويهدف إلى تعليم العلم والتكنولوجيا والمجتمع من أجل إعداد أفراد متنورين علميًا يفهمون كيف يؤثر كل من العلم والتكنولوجيا والمجتمع فى الآخر، ومن أجل أن يكونوا قادرين على استخدام المعارف فى صنع القرارات اليومية، وتقدير قيمة العلم والتكنولوجيا والمجتمع، ويفهمون حدودها من خلال مجموعة من البرامج تم تصميمها من قبل المختصين فى مجال العلم والتربية. (NSTA, 1982)

ومن البرامج التى ركزت على تدريس المفاهيم كأساس لتنظيم الأفكار العلمية برنامج (Science, Curriculum, Improvement Study (SCIS، وهذا البرنامج يعتمد على محتوى من المفاهيم ومهارات عمليات العلم ويهدف أساسًا إلى تنمية فهم وظيفى للمفاهيم العلمية والثقافة العلمية، وتقدم دروس هذا البرنامج منظمة فى وحدات تعليمية وأنشطة متنوعة تقدم للطالب إمكانية الاستكشاف والتحرى ومعالجة المواد وتعتمد على أن يوضح المعلم المفاهيم المتضمنة وتدعيمها بمجموعة من التطبيقات من خلال مجموعة من الأمثلة والمواقف. كما يركز هذا البرنامج على المفاهيم، والدليل

العلمى كأساس للعلوم الحديثة، وتركز أيضا على دور المعلم كمحفز للتعلم وتـشجع الطلاب على أن يكونـوا مستقلين فى كتابـة التقـارير وتركز على تطبيقات العلم فى الحياة.

وبصورة عامة يعتمد تدريس برامج مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمـع علـى المحتوى التعليمى حول موقف مشكلة يتم دراستها ومحاولة إيجاد حلول لها من خـلال أنشطة استقصائية تساعد على التفكير الناقد، والتفكير الابتكارى، ولذلك فان هـذا المدخل يبنى على القضايا العامة ثم يتقدم إلى تحليلها برؤية ناقدة حتى يصل إلى القـرار الملائم وتنفيذه.

وقد حدد (Bybee & Mau,1986, 619 634) اثنتـى عشرة قضية عالمية ذات صلة بالعلم والتكنولوجيا على أساس أنها أكثر القضايا التى تشغل الإنـسان والأكثـر أهمية بالتدريس خلال مراحل التعليم العام وهذه القضايا هى: الجوع وموارد الغـذاء، والنمو السكانى، ونوعية الهواء، والموارد المائية، وصحة الإنسان والمـرض، ونقـص الطاقة، واستخدام الأرض، والمواد الخطرة، والموارد المعدنية، والمفـاعلات النوويـة، وانقراض النباتات والحيوانات. ويعتمد التـدريس فى ظـل مـدخل STS، ووفقـًا لآراء Pedretti (1997) على أن يتم عرض مشكلة على الطلاب ثم يقوموا بالعـصف الذهنى للحلول الممكنة واختيار أقرب خمسة حلول للمـشكلة، وعرضـها وتحليلـها ومناقشتها جميعًـا واحدة تلو الأخرى حتى يصل الطـلاب إلى اقتـراح حـل أو أكثر للمشكلة.

ويعرض كل من (Black & Atkin ,1996, 51) أسلوبًا يسمى بدورة البحـث Research Cycle، والذى يعتمد على الخطوات التالية: إثارة المـشكلة، وتعريـف البحث المشكلة، واقتراح الفروض، وتصميم البحث المناسب، وإجراء التجربة الفعلية،

وتسجيل البيانات، وتفسير البيانات، ومقارنة التفسير مع الفروض، وتأييد أو رفض الفروض. كما يؤكد MacInereny (1989) على أهمية تضمين التأثيرات الاجتماعية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاعتبارات الحادثة نتيجة هذه التأثيرات عند تدريس التكنولوجيا الحيوية فى أى مرحلة عمرية.

استراتيجية تدريس التكنولوجيا الحيوية

يهدف تدريس التكنولوجيا الحيوية إلى تقديم المفاهيم البيولوجية مرتبطة بالتطبيقات والقضايا المعاصرة، ويمكن إجمال ذلك فى ثلاثة أهداف عامة كالآتى:

١- اكتساب المفاهيم البيولوجية المعاصرة.

٢- تعريف تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى مجموعة من المجالات الحياتية.

٣- تكوين رأى حول القضايا البيولوجية المعاصرة.

وذلك لأن تدريس المفاهيم البيولوجية فى مجال التكنولوجيا الحيوية يكون ذا فعالية أكبر إذا تم تقديمه متاثرًا بتطبيقاته التكنولوجية وتضميناته الاجتماعية، وما يسفر عنه من قضايا ومشكلات فى شتى مجالات الحياة. ويجب مراعاة طرق تكوين المفهوم العلمى بصورة بنائية، مع حث الطلاب على التجريب والبحث العلمى باستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة مثل بحث الأقراص الضوئية المدمجة، وبحث الشبكة الدولية للمعلومات، كما يجب التركيز على تشجيع اتخاذ القرار، ومناقشة القضايا والمشكلات من خلال حث الطلاب على طرح الأفكار ومناقشتها وتقويمها.

وبناء على ذلك نرى أن تتكون إجراءات التدريس المقترحة لتدريس المفاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية المعاصرة من ثلاث مراحل رئيسة تتضمن عمليات تدريسية فرعية كالآتي:

المرحلة الأولى:

مرحلة تقديم المفهوم، وتتضمن مرحلة تقديم المفهوم القيام بالعمليات الآتية:

- شرح المفهوم.
- عرض خصائص المفهوم.
- إعطاء أمثلة تدل عن المفهوم.
- إعطاء أمثلة لا تدل عن المفهوم.
- تصميم خريطة مفاهيم.
- إجراء تجربة علمية.

المرحلة الثانية:

مرحلة ربط التطبيقات بالمفهوم، وتتضمن مرحلة ربط التطبيقات بالمفهوم القيام بالعمليات الآتية:

- عرض أمثلة من التطبيقات العملية.
- تفسير التقنية الحيوية التي تعتمد عليها التطبيقات العملية.

المرحلة الثالثة:

مرحلة تقديم القضية المعاصرة، وتتضمن مرحلة تقديم القضية المعاصرة القيام بالعمليات الآتية:

- عرض القضية بصورة قصة أو خبر.

- طرح أسئلة مفتوحة النهاية.
- تنظيم جلسة عصف ذهنى.
- مناقشة.
- تجميع الآراء.
- تقييم الآراء.

اعتبارات تنفيذ التدريس

عندما يستخدم المعلم هذه الإجراءات السابقة يجب أن يراعى بعض الاعتبارات فى طريقة تنفيذ التدريس كالآتى:

- يجب أن يلم المعلم فى مرحلة تقديم المفهوم جيدًا بالمفاهيم التى سيقدمها مع تحديد تعريفها وخصائصها. وتحديد مجموعة من الأمثلة الدالة على طبيعة وخصائص المفهوم. وتحديد مجموعة من الأمثلة غير الدالة عن المفهوم. ويرتبط تصميم خريطة المفاهيم ارتباطًا وثيقًا بهذه المرحلة من التدريس حيث تكون أداة لتقييم تعلم الطلاب للمفاهيم وإدراك العلاقات بين المفاهيم المتضمنة فى الدرس. أما استخدام التجارب العملية فى هذه المرحلة يساعد على جعل المفاهيم المجردة أكثر حسية ويساعد على تشجيع الطلاب على التجريب العملى. كما يمكن استخدام عروض الفيديو لتبسيط شرح بعض المفاهيم مدعمة بالحركة والصور والمؤثرات الصوتية والمرئية.
- كما يجب أن يبدأ المعلم مرحلة ربط المفهوم بالتطبيقات بعرض مجموعة من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى المجالات الإنتاجية المختلفة عن طريق عروض الفيديو أو عرض صور لإثارة دافعية المتعلم لتعلم التقنيات المرتبطة بهذه التطبيقات، والتى تنعكس مباشرة على مدى فهم الطالب للمفاهيم الأساسية

التي تذكر في التقنية البيولوجية. ويكون استخدام الأشكال التوضيحية الملونة من الأمور المهمة في شرح التقنيات الحيوية وخطواتـــها بـــصورة مبـــسطة. ويكون للبحث دور رئيسى في هذه المرحلة حيث يتيح المعلم فرصة للطلاب ببحث الأقراص الضوئية المناسبة لموضوعات الدرس وبحث الشبكة الدوليـــة للمعلومـــات وجمع الصور والمقالات المتعلقة بموضوع الوحـــدة الدراســـية بصورة عامة.

- يجب أن يعرض المعلم في مرحلة تقديم القضية المعاصرة القـــضية في صـــورة مشوقة تثير دافعية المتعلم للتفكير والمناقشة والتساؤل بعرض أخبار وأحـــداث من المجلات والصحف أو بعرض قصة مشوقة. وتكون جلسة العصف الذهني من الأنشطة الرئيسة في هذه المرحلة والتي تتيح فرصة للطلاب علـــى إبـــداء الرأى وتكوين الأفكار. كما تتيح فرصة للمعلم لتقييم أفكار الطلاب.

أدوار المعلم

أولاً: وللمعلم عدة أدوار أثناء الإعداد للدرس كالآتى:

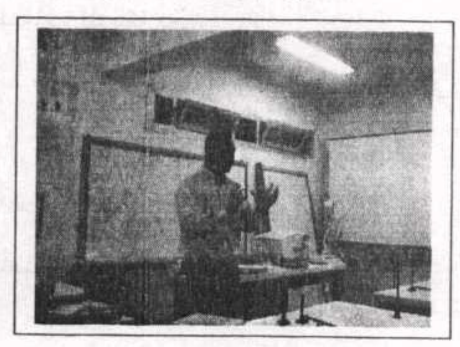
- يحدد أهداف الدرس.
- يحدد المفهوم الرئيسى للدرس.
- يحدد المفاهيم الفرعية المتصلة بالمفهوم الرئيسى.
- يربط المفهوم المزمع تدريسه بالتطبيقات المتعلقة به.
- يقدم إحدى القضايـــا المرتبطة بالتطبيقـــــات المقدمـــة في الـــدرس في صـــورة قصة أو خبر.
- يصمم خريطة مفاهيم تربط بين المفهوم الرئيسى والمفهوم الفرعى.
- يجمع لقطات من الفيديو ترتبط بأهداف الدرس.

- يعد أدوات التجارب المعملية المرتبطة بموضوع الدرس.
- يجهز القرص الضوئى المناسب للاستخدام فى الدرس.
- يجمع صورًا ومقالات علمية مرتبطة بموضوع الدرس.
- يبحث شبكة الإنترنت لتجميع معلومات مرتبطة بموضوع الدرس.
- يجرب تشغيل الأجهزة المستخدمة فى التدريس قبل الدرس مثل الفيديو والتليفزيون وجهاز الكمبيوتر.
- يجرب القيام بالتجربة المستهدفة.

ثانيًا: كما أن للمعلم أدوار أثناء تنفيذ الدرس كالآتى:

١) فى مرحلة تقديم المفهوم يجب على المعلم أن:

- يوجه أسئلة مثيرة لدافعية الطلاب لتعلم المفهوم.
- يقدم المفهوم الرئيسى.
- يقدم أمثلة عن المفهوم.
- يقدم أمثلة لا تعبر عن المفهوم.
- يسأل الطلاب عن المفاهيم الفرعية المرتبطة بالمفهوم الرئيسى.
- يساعد الطلاب على استخلاص خصائص المفهوم.
- يساعد الطلاب على تصميم خريطة مفاهيم.
- يعرض إحدى التجارب العلمية المتصلة بالمفهوم.





٢) فى مرحلة ربط التطبيقات بالمفهوم يجب على المعلم أن:

- يعرض صورًا ومقالات علمية عن إحدى مجالات تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى مقدمة هذه المرحلة. أو يعرض جزءًا من فيديو معد مسبقا عن تطبيقات التكنولوجية الحيوية.
- يساعد الطلاب على بحث شبكة الإنترنت للحصول على معلومات عن التطبيقات المحددة. أو يساعد الطلاب على بحث القرص المدمج للحصول على معلومات عن التطبيقات المحددة.
- يناقش التقنية الحيوية التى يعتمد عليها التطبيقات المحددة.
- يفسر التقنية الحيوية مستعينا بالأشكال التوضيحية.
- يوجهه الطلاب لمزيد من البحث حول موضوع الدرس.





٣) فى مرحلة تقديم القضايا المعاصرة يجب على المعلم أن:

- يقدم خبرًا أو قصة عن إحدى القضايا البيولوجية المعاصرة.
- يسأل الطلاب أسئلة مفتوحة النهاية عن القضية.
- يكون جلسة عصف ذهني بين الطلاب.
- يساعد الطلاب على تكوين الرأي من خلال المناقشة.
- يساعد الطلاب على إبداء الأسباب حول آرائهم .

- يجمع الآراء المتكونة حول القضية.
- يساعد الطلاب فى تقيم الآراء المطروحة.




ثالثاً: أما أدوار المعلم بعد انتهاء الدرس فهى كالآتى:

- يوجه الطلاب للقيام بمزيد من البحث حول موضوع الدرس.
- يختبر مدى اكتساب الطلاب للمفاهيم باستخدام اختبار مفاهيم.
- يجمع أوراق العمل من الطلاب.
- يجمع إجابات الاختبار.
- يقيم نتائج الاختبار.
- يقيم أوراق أعمال الطلاب.
- يجمع أعمال الطلاب فى ملفات التقييم (ملف خاصة بكل طالب).
- يحفظ الملفات لاستخدامها فى الدروس القادمة.




ويمكن إجمالاً تصور عمل المعلم لشرح مفهوم ما من مفاهيم التكنولوجيا الحيوية فى الصورة التالية:

فإنه فى مرحلة تقديم المفهوم يقوم المعلم بالآتى: يبدأ بمقدمة الدرس مع عرض قطعة فيديو من فيلم تعليمى عن المفهوم، ثم يوضح بعض الأمثلة عن المفهوم الرئيسى، ويستعرض خصائصه، ثم يوجه التلاميذ إلى تصميم خريطة للمفاهيم التى تم عرضها مع ربطها بما تم دراسته سابقًا من مفاهيم متصلة، ثم يقوم المعلم بعرض تجريبى كلما أمكن ذلك.

وفى مرحلة ربط المفهوم بالتطبيقات يقوم المعلم بالآتى: يبدأ بإثارة تفكير الطلاب بأسئلة عن أحد تقنيات التكنولوجيا الحيوية، ثم يوجه الطلاب لبحث فى شبكة الإنترنت، أو بحث القرص المدمج للوصول إلى التطبيقات الحيوية التى تلازم التقنية المقصودة، ثم يشارك الطلاب فى تفسير التقنية الحيوية، ورسم شكل تخطيطى لها كلما أمكن ذلك.

وفى مرحلة تقديم القضية المعاصرة يقوم المعلم بالآتى: تقديم القضية فى صورة خبر أو قصة، ثم يوجه أسئلة مفتوحة النهاية، ويكون جلسة عصف ذهنى، ويستمر فى إثارة المناقشة بين المجموعات لتكوين رأى حول القضية المعروضة مع ضرورة إبداء الأسباب التى دفعت الطلاب لذلك الحكم أو الراى، ثم يقييم المعلم الآراء المطروحة من الطلاب. وبالنسبة لجلسة العصف الذهنى يقوم المعلم بتحديد مشكلة وطرح أسئلة مفتوحة النهاية حول هذه المشكلة على الطلاب ثم جمع كل الأفكار المطروحة بغض النظر عن نوعها أو مستواها ولكن يشترط أن تكون ذات صلة بالمشكلة المحددة. ويعمل المعلم كموجه للمتعلمين بينما يحفز المتعلمين بعضهم البعض بطرح الأفكار.

استخدام المصادر التعليمية

يهدف استخدام المصادر التعليمية بنوعيها الكترونية وغير الكترونيـــة إلى إثـــراء التدريس وتنويع الأنشطة وإشراك الطلاب فى العمل وتركيز جميع حواسهم فى التعلم.

أولا: استخدام المصادر غير التكنولوجية

فى هذا يمكن أن يعتمد المعلم على الآتى:

- جمع مجموعة من المصادر غير التكنولوجية مثل: المطبوعـــات، والـــصور، والأشكال التوضيحية.
- تصميم مجموعة من الأشكال التوضيحية التى تفيد فى شرح الأفكار الرئيسة بالدرس.
- توجيه الطلاب لجمع مجموعة من المصادر غير التكنولوجيه مـــن المحـــلات والكتب والصحف وغيرها من المصادر المتاحة.
- استخدام التجريب المعملى بقدر الإمكان أثناء التدريس وذلـــك يتطلـــب تحديد أهداف التجربة، ونوع التجربة، والأدوات والأجهزة المستخدمة فى التجربة. ونجب على المعلم البحث عن الأدوات البديلة قليلـــة التكـــاليف لإجراء التجارب، كما يجب مراعاة طرق السلامة والأمان عند الإعـــداد للأدوات ومواد التجريب.

ثانياً: استخدام المصادر التكنولوجية

والمصادر التكنولوجية مثل:

١- أشرطة الفيديو:

وهى تتميز بتسجيل الصوت والصورة على أشرطة التسجيل التيليفزيونى، مع إمكانية تثبيت الصورة وإعادة عرض أجزاء منها بذاتها، كما يمكن إزالة المادة المسجلة وإعادة تسجيلها عدة مرات.

٢-الأقراص الضوئية المضغوطة:

هى أحد وسائل التخزين ذات سعة ذاكرة عالية تتيح تخزين كمية كبيرة من المعلومات. ويمكن تخزين النصوص والصور والمواد السمعية والبصرية عليها، والاستفادة منها فى أغراض التعليم والتدريب. ومن أنواع الأقراص التى تصلح لأغراض التعليم والتدريب:

- القرص المدمج المضغوط لذاكرة القراءة فقط CD- ROM
- القرص المضغوط التفاعلى CD-I
- القرص المضغوط للرؤية الكاملة CD-TV
- القرص المضغوط لذاكرة القراءة Cd-ROMXA

٣-الشبكة الدولية للمعلومات (شبكة الإنترنت):

وهى مجموعة مفككة من آلاف وملايين الحاسبات المنتشرة فى جميع أنحاء العالم. والتى تتصل ببعضها البعض عن طريق شبكة الكترونية. ويمكن عن طريقها الحصول على المعلومات وإجراء الاتصال المباشر بالآخرين بمجرد الاتصال بهذه الشبكة عن طريق خطوط التيليفون، أوعن طريق شبكة

الألياف الضوئية، التي تتكون من كابلات محورية أو تحمل إرسالها الأقمار الصناعية. ويعد استخدام الإنترنت كمصدر تعليمي وكوسيلة اتصال من المصادر ذات فعاليات متنوعة حيث إنها مصدر اتصال بين الأشخاص ومصدر إجراء حلقات مناقشة لتبادل الآراء، كما يسمح البريد الإلكتروني بتبادل الرسائل والملفات. كما تمكن الإنترنت المستخدمين من الوصول إلى قواعد البيانات ونصوص مقالات المجلات وتقارير البحوث والمراجع المختلفة من دوائر المعارف والموسوعات والأدلة، كما تسهل الإنترنت أيضا الاتصال بالمكتبات المنتشرة فى جميع أنحاء العالم.

ويقوم المعلم بعدة إجراءات عند استخدام المصادر الإلكترونية فى التدريس كالآتى:

١- عند استخدام شرائط الفيديو يحسن بالمعلم أن يقوم بتجميع مادة فيلمية على أحد أشرطة الفيديو من البرامج التعليمية أو الثقافية أو العلمية أو البرامج التى تهتم بموضوعات العلم والتكنولوجيا والمفيدة فى الاستخدام فى تدريس مفاهيم وتطبيقات وقضايا التكنولوجيا الحيوية، ويجب أن يعد المعلم أجزاء من شرائط فيديو يجهزها قبل التدريس ليستعين المعلم بها كالآتى:

- فى مقدمة الدرس لإثارة انتباه الطلاب لمدة لا تزيد عن خمس دقائق.
- فى مرحلة تقديم المفهوم لتقديم بعض المفاهيم البيولوجية.
- فى مرحلة ربط المفهوم بالتطبيقات لتوضيح إحدى التقنيات الحيوية أو تطبيقاتها العملية فى مجالات الحياة لمدة لا تزيد عن خمس دقائق.

٢- عند استخدام الأقراص الضوئية المضغوطة يمكن أن يستعين المعلم بالقرص المدمج المناسب للدرس، ثم يساعد الطلاب على الآتى:

- بحث القرص المدمج للبحث عن المعلومات المرتبطة بموضوع الدرس ودراستها.
- الحصول على الرسوم والأشكال التوضيحية التى توضح تركيب المادة الوراثية والتقنيات المرتبطة بها.
- مشاهدة قطع الفيديو المحملة على القرص المدمج والتوضيح بعض العمليات الحيوية الأساسية.

٣- عند استخدم الكمبيوتر للاتصال بالشبكة الدولية للمعلومات يجب على المعلم أن يقوم بالآتى:

- يحدد المفهوم أو الموضوع المراد البحث عنه ويعرضه على الطلاب.
- يحدد أهداف البحث ويذكرها للطلاب.
- يوجه الطلاب لمواقع البحث المفيدة فى مجال التكنولوجيا الحيوية.
- يطلب من الطلاب إدخال الكلمات المفتاحية فى خانات البحث الخاصة.
- يطلب من الطلاب جمع المعلومات المتاحة.
- يناقش مع الطلاب نتائج البحث.
- يعرض نتائج البحث على جميع الطلاب.

إدارة الفصل أثناء الدرس

يقوم المعلم بإدارة عدة مواقف وأنشطة تعليمية متنوعة بمشاركة الطـــلاب اثنـــاء التدريس ومن أمثلة هذه المواقف ما يلى:

١- إدارة عرض تجريبـــى.

٢- إدارة عرض فيديو.

٣- إدارة بحث القرص المدمج المدمج.

٤- إدارة بحث الشبكة الدولية للمعلومات.

٥- إدارة جلسة عصف ذهنى.

وفيما يلى تفصيل كيفية قيام المعلم بإدارة الفصل أثناء القيام بالأنشطة السابقة:

١ – إدارة العمل أثناء العرض التجريبـــى

- ينظم مجلس الطلاب بحيث تكون رؤية العرض واضحة للجميع أثناء العرض.
- يكتب اسم التجربة والهدف من إجرائها واضحا أمام الطلاب علـــى السبورة.
- يكتب مجموعة من الأسئلة مرتبطة بالتجربة بـــهدف إجابتها تبعـــا لنتائج التجربة على السبورة.
- يوزع على الطلاب ورقة ملاحظة التجربة.
- يعرض أدوات التجربة أمام الطلاب مع ذكر أسمائها والغـــرض مـــن استخدامها.
- يوجه نظر الطلاب لكتابة أدوات التجربة فى الخانة الخاصة بـــها فى ورقة ملاحظة التجربة.

- يبدأ فى عمل التجربة أمام الطلاب مع شرح كل خطوة أثناء العمل.
- يوجه نظر الطلاب لكتابة خطوات التجربة فى الخانة الخاصة بـــها فى ورقة ملاحظة التجربة.
- يوضح احتياطات الأمان لإجراء كل خطوة.
- يوضح شروط نجاح كل خطوة من خطوات التجربة.
- يطلب من الطلاب الإجابة عن الأسئلة الخاصة بالتجربة.
- يعرض نتائج التجربة على الطلاب.
- يجمع أوراق ملاحظة التجربة من الطلاب لتقييمها.





٢- إدارة عروض الفيديو

- ينظم مجلس الطلاب بحيث تكون رؤية العرض واضحة للجميع أثناء العرض.
- يقوم بعرض المفهوم الرئيسى للدرس على هيئة مجموعة من الأسئلة.
- يوزع على الطلاب ورقة ملاحظة عرض الفيديو.
- يبدأ تشغيل الفيديو أمام الطلاب.

● يوجه أنظار الطلاب لكتابة ما يلاحظوه أثناء العرض فى ورقة ملاحظة العرض.

● يقوم بجمع ملاحظات الطلاب على الفيديو لتقييمها.

٣- إدارة بحث القرص المدمج

● يجهز حجرة الكمبيوتر لاستقبال الطلاب.

● يضع الأقراص الضوئية فى مشغل الأقراص فى وحدة التحكم الخاصة بالكمبيوتر (يمكنك استخدام القرص المدمج المرفق بالبرنامج).

● يدعو الطلاب للجلوس أمام الجهاز.

● يوزع على الطلاب ورقة بحث القرص المدمج.

● يذكر اسم الموضوع المراد البحث عنه داخل القرص المدمج.

● يطلب من الطلاب البحث عن أى رسوم توضيحية أو صور خاصة بالموضوع داخل القرص المدمج.

● يدعو الطلاب للبدء فى تشغيل القرص المدمج.

● يوجه الطلاب لكتابة نتائج البحث فى ورقة البحث الموزعة عليهم.

● يجمع ورق البحث من الطلاب لتقييمها.





٤- إدارة بحث شبكة الإنترنت

- يجهز حجرة الكمبيوتر لاستقبال الطلاب.
- يقوم بفتح جهة الاتصال بالشبكة الدولية للمعلومات.
- يدعو الطلاب للجلوس أمام الأجهزة.
- يوزع على الطلاب ورقة بحث شبكة المعلومات.
- يذكر اسم الموضوع المراد البحث عنه على الشبكة.
- يطلب من الطلاب البحث عن الموضوع.
- يوجه الطلاب لكتابة نتائج البحث فى ورقة البحث الموزعة عليهم.
- يجمع ورق البحث من الطلاب لتقييمها.

٥- إدارة جلسة العصف الذهنى

- يحدد أهداف جلسة العصف الذهنى.
- ينظم الطلاب إلى ثلاثة مجموعات كل مجموعة تضم ١٥ طالبًا بحيث تلتف كل مجموعة على هيئة حرف U حول مسجل أفكار المجموعة والذى يتم اختياره من قبل المجموعة.
- يعرض الأسئلة الخاصة بالقضية أو المشكلة فى صورة مفتوحة النهاية.
- يشجع الطلاب فى كل مجموعة على طرح جميع الأفكار التى ترد بذهنهم حول القضية أو المشكلة المطروحة.
- يطلب من مسجل أفكار الجماعة بتدوين جميع الأفكار فى ورقة تسجيل الافكار.
- يطلب تقرير من مسجل أفكار الجماعة عن الأفكار المتجمعة لديه بعد تنقيحها.

- يجمع أوراق تسجيل الأفكار من المجموعات الثلاث.
- يحذف الأفكار المتشابـــهة بين المجموعات.
- يلخص الأفكار الرئيسة التى تم طرحها أمام جميع الطلاب.
- يوجه الطلاب لإجراء مناقشة حول أفكارهم المطروحة.
- يوجه الطلاب لإبداء الآراء حول القضية.
- يوجه الطلاب لإبداء الأسباب حول آرائهم.
- يلخص الآراء النهائية.
- يقيم آراء الطلاب.
- يتوصل إلى أكثر الآراء قبولاً حول القضية المطروحة.

المواد اللازمة لجلسة العصف الذهنى: تتصل جلسة العصف الذهنى اتصالا وثيقا بمراحل الدرس السابقة لأنه لابد أن يستعين الطلاب بجميع المـــصادر التعليميـــة الـــتى استخدموها لمعرفة الموضوع المطروح و لنجاح جلسة العصف الذهنى يجب أن يتـــوفر لدى الطلاب ما يلى:

- نتائج بحث شبكة الإنترنت حول الموضوع.
- نتائج بحث القرص المدمج المدمج عن الموضوع.
- ملاحظات عن قطعة الفيديو المستخدمة.
- قراءات خارجية عن الموضوع.





طرق التقويم

يتم تقويم نواتج التعلم لدى الطلاب تبعًا لطريقة التدريس المقترحة باستخدام ما يلي:

- اختبار لقياس مدى تعلم الطلاب للمفاهيم البيولوجية.
- أوراق العمل
- ملفات التقويم لأعمال الطلاب.

أولاً: إعداد اختبار المفاهيم

تتمركز طريقة التدريس الحالية حول المفاهيم البيولوجية. ولذلك لا بد من اختيار وسيلة مناسبة لتقويم مدى اكتساب الطلاب لهذه المفاهيم. ويمكن ذلك عن طريق اختبار خاص يسمى باختبار المفاهيم. ويتكون اختبار المفاهيم من عدة مهام تدور حول: القدرة على تعريف المفهوم، والقدرة على تحديد خصائص المفهوم، والقدرة على التمييز بين الأمثلة الدالة على المفهوم والأمثلة غير الدالة على المفهوم.

وعلى المعلم أن يجرى الخطوات التالية لإعداد اختبار المفاهيم:

١- يعد قائمة بالمفاهيم البيولوجية التى تم تدريسها.

٢- يكتب الدلالة اللفظية لكل مفهوم.

٣- يكتب بعض خصائص المفهوم.

٤- يكتب مجموعة من الأمثلة الدالة على المفهوم.

٥- يكتب مجموعة من الأمثلة غير الدالة على المفهوم.

٦- يقسم الاختبار إلى ثلاثة أجزاء:

- الجزء الأول يتكون من أسئلة من نوع الاختيار من متعدد حول دلالات المفاهيم بحيث تكون جملة السؤال هى الدلالة اللفظية للمفهوم، وتكون الاختيارات تمثل ثلاث أو أربعة مفاهيم تتضمن المفهوم الصحيح الذى يعبر عن جملة السؤال وثلاثة مفاهيم لا تعبر عنها.
- الجزء الثانى يتكون من أسئلة من نوع الاختيار من متعدد حول خصائص المفاهيم بحيث تكون جملة السؤال عن إحدى خصائص المفاهيم ناقصة لجزء منها وتكون الاختيارات تمثل ثلاث أو أربعة جمل مكملة لخصائص المفهوم على أن تكون جملة واحدة فقط صحيحة.
- الجزء الثالث يتكون من أسئلة من نوع الاختيار من متعدد حول الأمثلة الدالة أوغير الدالة على المفهوم على أن تكون الاختيارات تمثل ثلاث أو أربع جمل لأمثلة متعلقة بالمفهوم فى حالة السؤال عن الأمثلة غير الدالة، وتكون جملة واحدة فقط هى التى تعبر عن المثال غير الدال وجمل لأمثلة غير دالة عن المفهوم فى حالة السؤال

عن الأمثلة الدالة، وتكون جملة واحدة فقط هى التى تعبر عن المثال الدال.

٧- يكتب جميع أسئلة الاختبار.

ثانياً: أوراق العمل

تعريف أوراق العمل

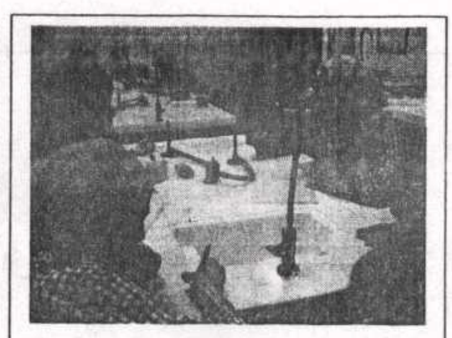
ورقة العمل هى الورقة التى استخدمها الطالب لتفريغ المعلومات التى استخلصها أو اكتشفها أثناء مزاولة النشاط التعليمى سواء كان مشاهدة قطعة فيديو أو ملاحظة لإحدى التجارب أو بحث لقرص مدمج أو بحث على شبكة الإنترنت أو إجراء مناقشات أثناء جلسة العصف الذهنى.

أوراق العمل وتقويم التعلم

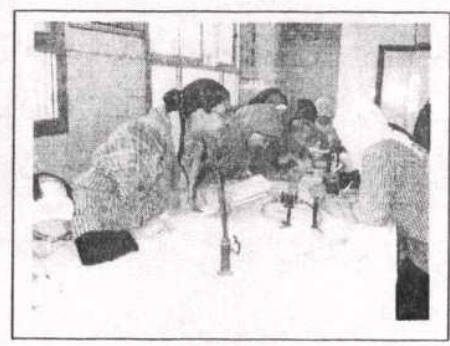
وتستخدم أوراق العمل لتقويم أداء الطلاب أثناء التعلم عن طريق تقييم محتوى الأوراق التى أتم ملأها الطالب أثناء مزاولة النشاط التعليمى وأوراق العمل المستخدمة فى التدريس الحالى كالآتى:

- أوراق خرائط المفاهيم.
- أوراق تسجيل ملاحظات الفيديو.
- أوراق عمل العرض التجريبى.
- أوراق نتائج بحث القرص المدمج.
- أوراق نتائج بحث شبكة الإنترنت.
- أوراق تسجيل أفكار جلسة العصف الذهنى.









ويقوم المعلم بالتقييم على عدة مستويات كالآتى:

- تقييم كل ورقة على حدا بعد نهاية كل نشاط تعليمى عن طريق تحديد كم معين من الدرجات مثل خمس درجات للتعلم الأعلى وأربع درجات للتعلم الأقل... وهكذا أو تحديد مستويات للتعلم مثل ممتاز، جيد جدا..وهكذا.
- تقييم جميع الأوراق المنتمية لنفس نوع العمل بعد مرور فترة من التعلم لمعرفة مدى التقدم أو التأخر فى هذا الجانب من جوانب التعلم.

تصميم أوراق العمل

للمعلم حرية تصميم هذه الأوراق تبعا للتصميم الذى يراه مناسبًا لأهداف الدرس وإجراءاته الخاصة، على أن تصمم ورقة العمل تبعا للمعايير التالية:

- تحتوى خانات محددة ولكل خانة عنوان واضح.
- يكون عنوان الورقة عبارة عن جملة أو سؤال توجه الطالب لنوع العمل الذى يجب أن يقوم به .
- تتصل الأعمال المدونة بورقة العمل اتصالاً وثيقًا بأهداف الدرس.
- تسلسل الأعمال المدونة تبعا لترتيبها المنطقى والزمنى.
- تركز ورقة عمل العرض التجريبى على عنوان التجربة، الأدوات والمواد المستخدمة فى التجربة، خطوات التجربة، شروط نجاح التجربة، نتائج التجربة، المفاهيم المتعلمة من التجربة.
- تركز ورقة ملاحظة الفيديو على عنوان قطعة الفيديو، محتوى القطعة المشاهدة، المعلومات المستخلصة من القطعة المشاهدة، إجابة الأسئلة المتعلقة بالمعلومات التى تم عرضها.
- تركز ورقة بحث القرص المدمج على إجابة الأسئلة المرتبطة بموضوع البحث.
- تركز ورقة بحث الإنترنت على إجابة الأسئلة المرتبطة بموضوع البحث.

ثالثاً: ملف التقويم

ما هو ملف التقويم؟

هو مخزن يحتوى على تسجيل لجميع أعمال الطالب أثناء التعلم وجميع المواد التى أنتجها أو شارك فى إنتاجها سواء كانت مواد مطبوعة أو بصرية أو سمعية أوصور أو نماذج أو عينات، والذى يوضح مدى تقدم أو تعثر الطالب فى عملية التعلم.

إعداد ملف التقويم:

يقوم المعلم بتكوين ملف لكل طالب، يحفظ فيه جميع أعمال الطلاب داخل الملفات، ويستخدم محتويات الملف لتقويم تقدم الطلاب فى التعلم، ويدون المعلم ملاحظات داخل الملف فى قائمة خاصة بالملاحظات، ثم يسجل تقدير لأعمال الطالب فى قائمة التقدير.

محتويات ملف التقويم لكل طالب:

- أوراق إجابة اختبارات المفاهيم.
- أوراق تسجيل ملاحظات الفيديو.
- أوراق عمل العرض التجريبى.
- أوراق نتائج بحث القرص المدمج المدمج.
- أوراق نتائج بحث شبكة الإنترنت.
- أوراق تسجيل أفكار جلسة العصف الذهنى.
- الصور والمواد التى تم جمعها.
- الأقراص المرنة التى جمع فيها الطالب بعض الملفات.

محاور التقويم لكل طالب:

- مدى تعلم الطالب للمفاهيم البيولوجية.
- مدى تمكن الطالب من ربط التقنيات البيولوجية بالتطبيقات الإنتاجية.
- مدى اتجاه الطالب نحو إبداء الرأى حول القضايا البيولوجية المعاصرة.
- مدى تنوع إنتاج الطالب فى البحث والاستقصاء.
- مدى اكتساب الطالب لمهارات البحث العلمى.
- مدى تنوع أنشطة الطالب، وتعاونه فى العمل الجماعى.

الفصل الرابع

أفكار وأمثلة تعليمية للمعلم

أولاً: مثال لتجربة عملية

تجربة استخلاص DNA من بذور البسلة الخضراء

مع صور من التطبيق الميدانى وورقة عمل الطالب



احتياجات التجربة:

مصدر الـ DNA:

- بذور البسلة
- أو البصل
- أو السبانخ

المواد الكيميائية اللازمة:

- ملح طعام
- منظف سائل
- عصير أناناس
- إيثانول ٩٥٪

الأدوات اللازمة:

- خلاط كهربى
- شاش
- ميزان حساس
- ملعقة مواد كيميائية
- ٤ أنابيب اختبار
- ٤ كئوس سعة ١٠٠ مل
- ١ كأس سعة ٢٥٠ مل

خطوات التجربة:

١- زن ١٠٠ جرام من بذور البسلة الخضراء.

٢- ضع ١٠٠ جرام من بذور البسلة الخضراء فى خلاط كهربى.

٣- أضف ٢٠٠ مل ماء بارد مع قليل من ملح الطعام على البسلة ثم اضرب فى الخلاط لمدة ١٥ ثانية.

٤- رشح العصير الخلوى الناتج فى أربع طبقات من الشاش.





٥- أضف على العصير الخلوى المرشح ٣٠ مل من المنظف السائل وقلبه تقليبًا خفيفًا وأتركه لمدة عشر دقائق.

٦- أضف قليلاً من عصير الأناناس على العصير الخلوى.

٧- ضع بعض من العصير الخلوى فى أنبوبة اختبار.

٨- صب الإيثانول على الجدار الداخلى للأنبوبة برفق ثم رج الأنبوبة برفق.

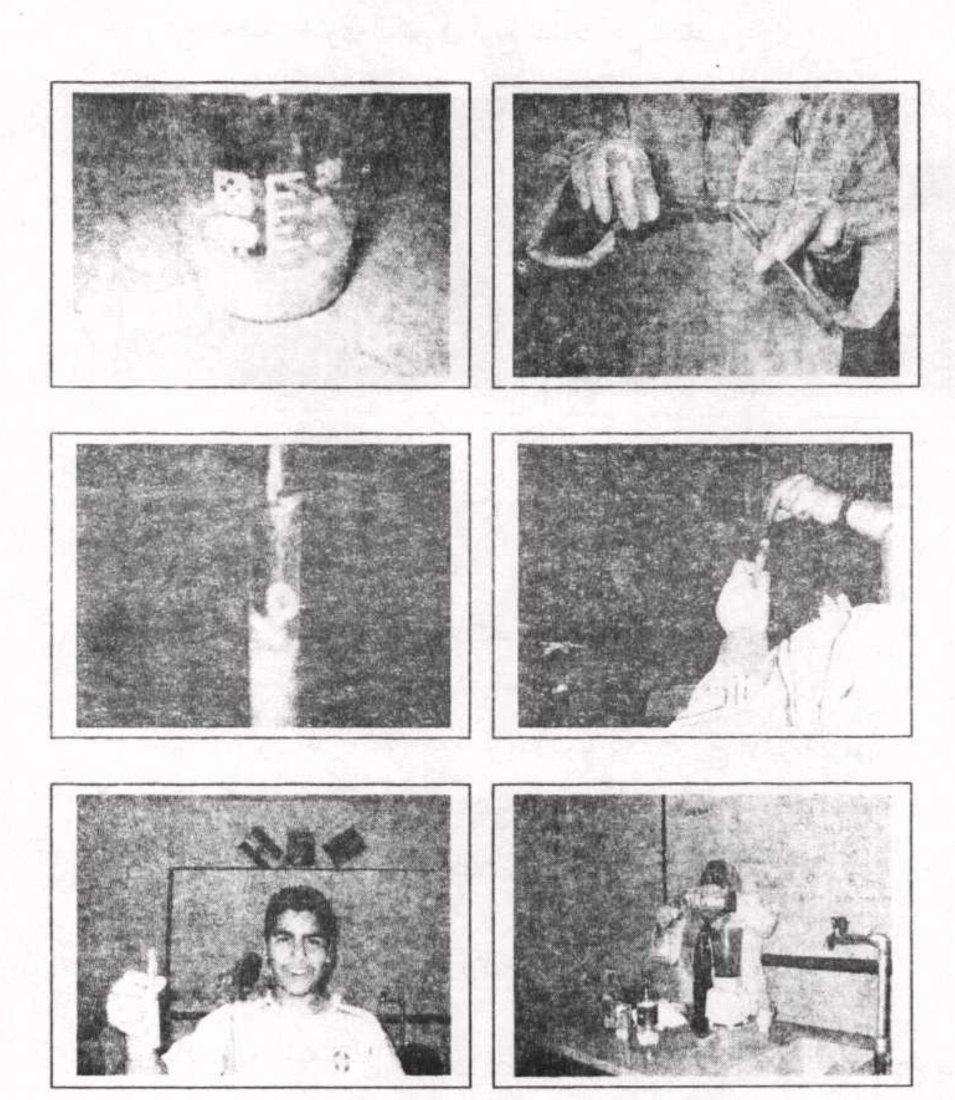
٩- لاحظ تكون مادة بيضاء تشبه الثلج.

١٠- اترك الأنبوبة بعض الوقت فى الثلاجة حتى تزداد كمية DNA المتكونة.

وصف الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى DNA

تتكون مادة تشبه الثلج الأبيض على الجدار الفاصل بين طبقة العصير الخلوى وطبقة الإيثانول وحيث أن الـ DNA لا يذوب فى الإيثانول فإنه ينـــدفع نحـــو

الطبقة السفلى منه وكلما ازدادت كمية DNA المتكونة تزداد المادة البيضاء تجمع على هيئة لزجة.



عند إجراء المعلم للتجربة يجب أن تكون ظروف التجربة والمواد المستخدمة بها جميعها باردة. فالماء لابد أن يوضع باردًا على البسلة فى الخلاط، وكذلك عصير الأناناس لابد وأن يوضع باردًا على العصير الخلوى بعد ترشيحه فى أربع طبقات من الشاش فى حالة عدم توفر مصفاة ضيقة الثقوب جدا. والكحول الإيثيلى أيضا لابد وأن يوضع باردًا على حافة الأنبوبة التى يتم فصل الـ DNA فيها، ويكون الصب برفق وبميل على الجدار الداخلى للأنبوبة. ويكون تركيز الكحول من ٧٠% إلى ٩٥%.

وبالنسبة لزمن إجراء التجربة لابد من الالتزام بخمس عشرة ثانية لضرب البسلة فى الخلاط بأعلى قوة له، والالتزام بزمن من خمس دقائق إلى عشر دقائق لترك العصير الخلوى مضافًا إليه الصابون السائل، ويفضل وضع قيمة ما يساوى سدس كمية العصير الخلوى من الصابون السائل، كما يجب تقليب العصير الخلوى المضاف إليه الصابون السائل لمدة نصف دقيقة تقليبًا خفيفًا برفق. وبعد ذلك نضع حوالى ثلث أنبوبة الاختبار من العصير الخلوى ويصب كمية مساوية له من الكحول الإيثيلى عليه.

يعمل الخلاط على تفكيك وتكسير خلايا البسلة، ثم يضاف قليل من الملح حوالى ثمن ملعقة صغيرة إلى البسلة والماء البارد ليساعد المحلول الملحى فى فصل الاتحاد ما بين الـ DNA والبروتين. بينما يضاف حوالى ملعقتين سفرة من الصابون السائل ليساعد فى إذابة أغشية الأنوية المحتوية على الـ DNA، كما يضاف عصير أحد الفواكه مثل الأناناس لأنه يحتوى على إنزيمات تساعد فى فصل البروتينات الهستونية وغير الهستونية الملتصقة بالـ DNA، كما يمكن استبدال عصير الأناناس بمحلول تنظيف العدسات اللاصقة لأنه يحتوى نفس الإنزيمات. ويتم فصل الـ DNA باستخدام الكحول الإيثيلى لأن الـ DNA ينفصل مع طبقة الكحول لأعلى، ويتبقى بروتينات الخلية فى طبقة العصير الخلوى.

ورقة عمل الطالب

ملاحظة تجربة استخلاص الـــ DNA

اسم الطالب:

الفصل الدراسى:

تاريخ العمل:

الموضوع: استخلاص الـــ DNA من الخلية الحية (بذور البسلة الخضراء)

١) أدوات التجربة:	
٢) خطوات التجربة:	شروط نجاح التجربة:
٣) وصف مادة الـــ DNA المستخلص:	

ثانيًا: نموذج لاختبار المفاهيم البيولوجية

أولاً: قسم مصطلحات المفاهيم

١) مجموعة من العلوم المتكاملة في المجال الحيوى تهدف تطبيقاتها لإنتاج مواد حيوية مرغوبة أو لتحسين الأنواع باستخدام تقنيات حيوية هى:

١- الهندسة الوراثية ٢- التكنولوجيا الحيوية

٣- البيولوجيا الجزيئية ٤- الكيمياء الحيوية

٢) الوحدة الأساسية للتركيب والوظيفة في الكائنات الحية هي:

١- النواة ٢- الخلية ٣- الجين ٤- الكروموسوم

٣) التركيب ذا الغلاف المثقب الذى يحتوي على المادة الوراثية ويميز حقيقيات النواة هو:

١- النواة ٢- الميتوكوندريا ٣- الشبكة الإندوبلازمية ٤- جهاز جولجي

٤) التركيب ذو الذراعين والذى يتكون من DNA وبروتينات وله دور في انقسام الخلية هو:

١- الريبوسوم ٢- السنترومير ٣- الكروموسوم ٤- التيلومير

٥) الكروموسوم الدائري الصغير الذى يحتوي على الجينات المتخصصة في البكتريا هو:

١- البلازميد ٢- البكتيروفاج ٣- الكروموسوم البكتيري ٤- الكروماتين

٦) مجموعة الجينات المشفرة وغير المشفرة الموجودة في الخلية هي:

١- الجينات ٢- الشفرة الوراثية ٣- الكروموسومات ٤- المحتوى الجيني

٧) التكرارات المتتابعة لمجموعة ثابتة من القواعد النيوكليوتيدية ولا تمثل شفرة وراثية هى:

١-DNA المتكرر ٢- الجينات المتحركة ٣- الكودون ٤- الكروماتين

٨) قطع من DNA تنتقل داخل المحتوى الجيني ومسئولة عن نقل خاصـية المقاومـة للأدويـة والمبيدات في النباتات هي:

١- الباكيلوفيروس ٢- الجينات المتحركة ٣-DNA المتكرر ٤- DNA المكمل

٩) الوحدة الأساسية للتوارث والتي تعتبر جزءاً من الكروموسوم هي:

١- الريبوسوم ٢- السنترومير ٣- التيلومير ٤- الجين

١٠) الأحماض النووية الموجودة بالخلية والمسئولة عن نقل الصفات الوراثية هي:

١- الشفرة الوراثية ٢- المادة الوراثية ٣- الطفرة الجينية ٤- المحتوى الجيني

١١) المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية هي :

١- الحمض النووي DNA ٢- الحمض الأميني

٣- الحمض النووي RNA ٤- البلازميد

١٢) الشريط المفرد من القواعد النيوكليونيدية والذى له دور أساسي في تكوين البروتينات هو

١- الحمض النووى DNA ٢- الكروماتين

٣- الكروموسوم ٤- الحمض النووى RNA

١٣) قدرة DNA علي تكوين نسخ طبق الأصل منه أثناء انقسام الخلية تسمى:

١- نسخ DNA ٢- تـهذيب DNA

٣- تـهجين DNA ٤ - تضاعفDNA

١٤) عملية استبدال النيوكليوتيدات المعيبة من أحد شريطي DNA باستخدام بعض الإنزيمـات تسمى :

١- تـهجين DNA ٢- الطفرة الجينية

٣- إصلاح عيوب ٤- تـهذيب DNA

١٥) تغير مفاجئ يحدث في التركيب الجيني أو الكروموسومى للخلية يسمى:
١- الانقسام الميتوزى ٢- الطفرة ٣- الانقسام الميوزى ٤- التكاثر

١٦) مجموعة من الكودونات يتكون كل منها من تتابع من ثلاث قواعد نيتروجينية هي:
١- الشفرة الوراثية ٢- المادة الوراثية ٣- الكودون ٤- الكودون المضاد

١٧) قدرة الجين على التشفير لتكوين سلسلة واحدة من عديد الببتيد تسمى عملية:
١- ترجمة الشفرة الوراثية ٢- نسخ الشفرة الوراثية
٣- التعبير الجيني ٤- تهذيب الشفرة الوراثية

١٨) عملية تكوين mRNA الرسول باستخدام إنزيم البلمرة تسمى عملية:
١- نسخ DNA ٢- ترجمة RNA ٣- تهذيب RNA ٤- تهجين DNA

١٩) عملية إزالة الأجزاء غير المشفرة (الإنترونات) من على mRNA الرسول تسمى عملية:
١- تضاعف DNA ٢- تهذيب RNA ٣- نسخ DNA ٤- ترجمة RNA

٢٠) عملية قراءة الشفرة الوراثية لتكوين البروتين تسمى عملية:
١- تضاعف DNA ٢- تهذيب RNA ٣- نسخ DNA ٤- ترجمة RNA

٢١) العملية التي يشترك في القيام بها الأحماض النووية الريبوزية RNAs لتكوين سلسلة عديد الببتيد هي:
١- تخليق البروتين ٢- ترجمة الشفرة الوراثية
٣- التعبير الجيني ٤- نقل الأحماض الأمينية

٢٢) عملية انقسام الخلايا الجسدية لتكوين كائن حي جديد تسمى:
١- الانقسام الميوزى ٢- الانقسام الميتوزى
٣- التكاثر الجنسي ٤- التكاثر اللاجنسي

٢٣) عملية تكوين لاقحة تنمو لتكوين كائن حي جديد تسمى :

١- الإخصاب الذاتى ٢- الانشطار الثنائي ٣- التكاثر الجنسي ٤- التبرعم

٢٤) عملية انتقال f-plasmid بعد تكاثره من خلية بكتيرية إلى أخرى عـن طريـق جـسر سيتوبلازمي تسمى:

١- التحول الوراثي ٢- الاستقطاع الوراثي ٣- الاقتران الوراثي ٤- الكلونة

٢٥) عملية التهام البكتريا لـ DNA من البيئة المحيطة بـها وإدماجها فى DNA الخاص بـها تسمى عملية:

١- التحول الوراثي ٢- التهجين الوراثي ٣- الهندسة الوراثية ٤- العبور الوراثى

٢٦) عملية تكامل المادة الوراثية لفيروس لاقمات البكتريا مع المادة الوراثية للبكتريا وتكـوين Prophage تسمى:

١- الطفرة الوراثية ٢- الاستقطاع الوراثي ٣- التهجبن الوراثي ٤- التحول الوراثي

٢٧) عملية فصل DNA أو mRNA من الخلية تسمى:

١- نسخ DNA ٢- نقل الجينات ٣- عزل الجينات ٤- تـهذيب DNA

٢٨) عملية تقطيع DNA باستخدام إنزيمات معينة أو إطالته وتـهجينه بأجزاء جديدة تـسمى عملية:

١- معالجة الجينات ٢- تكثير الجينات ٣- نقل الجينات ٤- عزل الجينات

٢٩) عملية إدخال جينات الكائن الحي إلى آخر عن طريق المعالجات المختلفة تسمى:

١- التهجين الوراثى ٢- عزل الجينات ٣- التحول الوراثى ٤- نقل الجينات

٣٠) جزء من بلازميد البكتريا الأجروباكتيرم وله القدرة على الانقسام السريع يسمى:

١- f-plasmid ٢-DNA ٣- Ti-plasmid ٤- RNA

٣١) الفيروسات التي تصيب البكتريا تسمى :

١- Prophage ٢- الباكتروفاج ٣- الباكيلوفيروس ٤- الفيروسات الارتجاعية

٣٢) الفيروسات التي تكون مادتـــها الوراثية متمثلة في RNA هى:

١- الفيروسات الارتجاعية ٢- الباكيلوفيروس

٣- لاقمات البكتريا ٤- Prophage

٣٣) عند اندماج بروتوبلاست خليتين كامليتين يشمل أنويتهما يكون الناتج من هذا الاندماج:

١- الكالوس ٢- Cybrid هجين سيتوبلازمى

٣- هجين Hybridoma ٤-هجين Somatic hybrid

٣٤) عملية معالجة DNA حراريا لتكوين تالفات جديدة من شريطيه الأصليين تسمى عملية:

١- تـــهجين DNA ٢- DNA معاد الاتحاد

٣- نسخ DNA ٤- DNA المكمل

٣٥) عملية إدخال جزئ من DNA الخاص بالكائن الحى إلى خلايا كائن حى آخـــر تـــسمى عملية:

١- تـــهجين DNA ٢-DNA المكمل ٣- DNA معاد الاتحاد ٤- الكلونة

٣٦) عملية إكثار جين أو خلية أو كائن حى بحيث نحصل على نسخة طبق الأصل منه تحتـــوى نفس التركيب الوراثى تسمى :

١- الكلونة ٢- زراعة الخلايا والأنسجة ٣- تـــهجين DNA ٤- التعبير الجينى

٣٧) عملية إكثار DNA معمليا بمعاملته حراريًا تسمى:

١- تفاعل البلمرة المتسلسل ٢- تفاعل الأجسام المضادة

٣- تفاعل البيتد ٤- عملية النسخ العكسى DNA

٣٨) عملية تخليق جزئ DNA من mRNA باستخدام إنزيم النسخ العكسي تسمى :

١- DNA معاد الاتحاد ٢- DNA المكمل

٣- DNA هجين ٤- تضاعف DNA

٣٩) عملية نمو الخلايا والأنسجة النباتية في بيئة صناعية بخاصية الانقسام الميتوزى الخلوي تسمى :

١- زراعة الخلايا والأنسجة ٢- التكاثر الجنسي

٣- دمج البرونوبلاست ٤- الحقن الدقيق

٤٠) تقنية حيوية تستخدم فى الكشف عن الاختلافات الوراثية بين الأفراد هى:

١- البصمة الوراثية ٢- زراعة الخلايا والأنسجة

٣- الطفرة الصناعية ٤- الخرائط الجينية

٤١) عرض بيانى للمسافات البينية بين الجينات على الكروموسومات

١- الكالوس ٢- الطفرة الكروموسومية

٣- البصمة الوراثية ٤- الخرائط الجينية

٤٢) مواد بروتينية تفرزها كرات الدم البيضاء عند مهاجمتها من البكتريا أو الفيروس هى:

١- الكالوس Cullas ٢- الأجسام المضادة

٣- أجسام جولجي ٤- Hybridoma

ثانيا: قسم خصائص المفاهيم

١) تتميز التكنولوجيا الحيوية بأنـــها:

١- جزء من علم الهندسة الوراثية

٢- تعتمد أساسًا على علم الكيمياء الحيوية

٣- تعتمد على تطبيقات لمجموعه علوم متكاملة

٤- تعتمد أساسًا على علم الكائنات الدقيقة

٢) تتميز الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية بوجود:

١- الكروموسومات ٢- البلاستيدات الخضراء ٣- النواة ٤- أجسام جولجى

٣) تحتوى النواة على المادة الوراثية على هيئة:

١- جينات ٢- كروموسومات ٣- بروتينات ٤- كروماتين

٤) تتميز أعداد الكروموسومات في خلايا الكائنات الحية بأنـــها:

١- تتغير في النوع الواحد ٢- ثابتة في جميع الأنواع

٣- ثابتة في النوع الواحد ٤- تزداد أثناء عماية الانقسام الخلوي

٥) تتميز البلازميدات بأنـــها :

١- تحمل المادة الوراثية الأساسية للبكتريا.

٢- ليس لـــها القدرة على الانقسام.

٣- تحمل جينات الصفات التخصصية للبكتريا.

٤- ليس لـــها القدرة على نقل الجينات.

٦) يتكون المحتوى الجيني للخلية من:

١- الأجزاء المشفرة للبروتين فقط.

٢- الأجزاء غير المشفرة والأجزاء المشفرة للبروتين.

٣- التعليمات المشفرة للأحماض النووية الريبوزية.

٤- كل من شفرات البروتين والأحماض النووية الريبوزية.

٧) يتميز DNA المتكرر بأنه:

١- لا يمثل شفرة وراثية داخل المحتوى الجيني.

٢- يمثل أجزاء مشفرة داخل المحتوى الجيني.

٣- يمثل كل المحتوى الجيني الموجود في الخلية.

٤- يمثل مناطق العبور داخل المحتوى الجيني.

٨) تتميز الجينات المتحركة بأنـــها مسئولة عن:

١- نقل خاصية المقاومة فى النباتات ٢- تكوين mRNA

٣- تكوين البروتين ٤- إحداث الطفرات

٩) يعتبر الجين جزء من:

١- الخلية ٢- النواة ٣- الكروموسوم ٤- الريبوسوم

١٠) تتميز الأحماض النووية بأنـــها:

١ - لا تتحول أثناء عملية الأيض إلى مركبات أخرى

٢- غير ثابتة في كميتها فى خلايا الكائن الواحد

٣- تتحول إلى مركبات أخرى أثناء عملية الايض

٤- ثابتة فى كميتها لجميع الكائنات الحية

١١) تتكون جوانب هيكل اللولب المزدوج لــ DNA من:

١- سكر خماسي ريبوزي وفوسفات

٢- سكر خماسي ديؤكسي ريبوزي وفوسفات

٣- قواعد نيتروجينية بورينية

٤- قواعد نيتروجينية بريميدية

١٢) يتميز بناء الحمض النووي الريبوزي RNA عن DNA بأنه:

١- شريط مفرد متفرع ٢- يحتوى قاعدة البوراسيل النيتروجينية

٣- يحتوى السكرالخماسى الديؤكسى الريبوزى ٤- لا يحتوى ذرات فوسفات

١٣) يتضاعف DNA نتيجة عمل إنزيمات:

١- النسخ العكسى ٢- المحددة ٣- البلمرة ٤- اللصق

١٤) يمكن إصلاح عيوب DNA في حالة:
١- وجود عطل في جزء على أحد الشريطين فقط.
٢- وجود عطل في جزءين متقابلين على الشريطين معا.
٣- وجود طفرة جينية على أحد الشريطين.
٤- وجود إنزيم النسخ العكسي.

١٥) تتميز الطفرة الكروموسومية بأنـــها:
١- تورث عبر الأجيال.
٢- لا تورث عبر الأجيال.
٣- لا تؤثر على الطراز المظهري للكائن الحي.
٤- تؤثر على الطراز الجيني للكائن الحي.

١٦) تتكون الشفرة الوراثية من:
١- تتابع من الأحماض النووية
٢- تتابع من الجينات
٣- تتابع من الأحماض الأمينية
٤- تتابع من قواعد نيتروجينية

١٧) تتضمن عملية التعبير الجيني العمليات التالية:
١- نسخ وتـــهذيب و ترجمة mRNA
٢- تضاعف وإصلاح و ترجمة DNA
٣- تضاعف وتـــهجين وترجمة DNA
٤- تضاعف وترجمة وتـــهجين mRNA

١٨) تتم عملية نسخ DNA لتكوين:
١- rRNA
٢- tRNA
٣- mRNA
٤- cDNA

١٩) يتم في عملية تـــهذيب DNA التخلص من:
١- الأكسونات
٢- التيلوميرات
٣- الإنترونات
٤- الكروماتيدات

٢٠) يقوم الريبوسوم فى عملية ترجمة الشفرة الوراثية ب:

١- نسخ الشفرة الوراثية.

٢- ربط الكودون المضاد فى مواقعه المكملة.

٣- نقل الكودون المضاد من الخلية إلى موقع الترجمة.

٤- نقل mRNA من النواة إلى الخلية.

٢١) يقوم بعملية تصنيع البروتين:

١- البلازميدات ٢- الأحماض النووية الديؤكسى ريبوزية

٣- الأحماض الأمينية ٤- الأحماض النووية الريبوزية

٢٢) تعتمد الكائنات الحية فى تكاثرها لاجنسيا على:

١- عملية الانقسام الميتوزى ٢- عملية التبرعم

٣- عملية الانقسام الميوزى ٤- عملية الانشطار الثنائى

٢٣) يلزم لإتمام عملية التكاثر الجنسى وجود:

١- الأمشاج ٢-DNA ٣- النواة ٤- النيوكليد

٢٤) يتم الاقتران الوراثى فى البكتيريا بتأثير عمل:

١- F-Plasmid ٢- الباكتيروفاج ٣- Ti-Plasmid ٤-cDNA

٢٥) عملية التحول الوراثى فى البكتيريا تضعف فعاليتها نتيجة:

١- تحلل DNA داخل خلية البكتيريا بفعل الإنزيمات.

٢- تحلل DNA فى البيئة الخارجية للبكتيريا بفعل الإنزيمات.

٣- اختلاف التركيب الوراثى لـــ DNA الملتهم.

٤- عدم قدرة DNA الملتهم على الالتحام بالمحتوى الجينى للبكتيريا الملتهمة.

٢٦) يحدث الاستقطاع الوراثى فى خلية البكتيريا نتيجة تكامل مادتـــها الوراثية مع:

١- المادة الوراثية لجزىء DNA منقول من احدى الخلايا الحية الأخرى

٢- المادة الوراثية لخلية بكتيرية أخرى.

٣- المادة الوراثية للفيروس البكتيرى

٤- المادة الوراثية لـــ Ti-Plasmid

٢٧) يمكن عزل DNA من الخلية بطريقة غير مباشرة عن طريق عزل:

١- النوية   ٢- tRNA   ٣- mRNA   ٤- rRNA

٢٨) عند معالجة الجينات يمكن التعرف على تتابع معين من النيوكليوتيدات المراد عزلها من جزىء DNA باستخدام:

١- إنزيم البلمرة   ٢- إنزيمات [illegible]

٣- إنزيم النسخ العكسى   ٤- الإنزيمات [illegible]

٢٩) تعتمد نجاح عملية نقل الجينات بين الخلايا على:

١- قدرة الجين المنقول عن التعبير عن نفسه

٢- لقدرة على نقل الجين المرغوب

٣- القدرة على تعديل الجين المنقول

٤- قدرة الجين المنقول على التضاعف

٣٠) تستخدم بكتيريا الأجروباكتيرم فى نقل الجينات لاحتوائها على:

١- RNA   ٢- F-DNA   ٣- T-DNA   ٤- c-DNA

٣١) يمكن استخدام فيروسات لاقمات البكتريا لنقل الجينات إلى البكتيريا بعد :

١- إزالة DNA المسبب لمرض البكتيريا من الفيروس

٢- إزالة الغلاف البروتينى للفيروس

٣- إزالة جميع المحتوى الجينى للبكتيريا

٤- إزالة إنزيمات التحلل البكتيرى من خلايا البكتيريا

٣٢) تتميز الفيروسات الارتجاعية بأنـــها لا تصيب إلا:

١- الخلايا منـــزوعة الجدار ٢- الخلايا ذات القدرة على الانقسام

٣ - الخلايا البكتيرية ٤- الخلايا المتخصصة غير القادرة على الانقسام

٣٣) عند دمج بروتوبلاست خليتين نباتيتين فإنه:

١- يشترط أن يكونا من نفس الجنس

٢- يشترط عزل المادة الوراثية لإحدى الخليتين

٣- لا يشترط أن يكونا من نفس الجنس

٤- يشترط نز ع نواتى الخليتين

٣٤) يتم تـــهجين DNA عن طريق:

١- لصق بلازميد مع الـــ DNA ٢- تزواج أشرطة DNA المنفصلة حراريًا

٣- دمج بروتوبلاست خليتين ٤- حقن نواة خلية بجزء جديد من DNA

٣٥) يشترط لنقل الجينات فى تقنية DNA معاد الاتحاد لإنتاج كائنات محورة وراثيا:

١- تعديل تركيب الجين قبل نقله ٢- معاملة الجين حراريا

٣- إكثار الجين قبل نقله ٤- معرفة موقع الجين فى الخريطة

٣٦) تتميز الجينات المتضاعفة فى عملية كلونة (إكثار) الجينات بأنها:

١- يتغير تركيبها الكيميائى ٢- لا يتغير تركيبها الكيميائى

٣- جينات غير مشفرة للبروتين ٤- تزداد فى كفاءتـــها

٣٧) تتميز تقنية PCR بأنه يمكن باستخدامها الحصول على:

١-mRNA ٢- الأنواع مضادة احادية ٣- DNA معدل ٤- DNA مكبر

٣٨) تتميز تقنية DNA المكمل بأنـــها تعتمد أساسًا على استخدام:

١- إنزيم الليجيز ٢- tRNA ٣- mRNA ٤- البلازميد

٣٩) تتميز مزارع الخلايا والأنسجة النباتية بأنـــها محاكاة لعملية:

١- التكاثر الخضرى ٢- الانقسام الميوزى

٣ – التكاثر الجنسى ٤- التحول الوراثى

٤٠) تتميز البصمة الوراثية بأنــها:

١- توضح معدل العبور الوراثى ٢- توضح الطفرات الكروموسومية

٣- توضح الاختلافات الوراثية بين الأفراد ٤- توضح الطفرات الجينية

٤١) تحدد مواقع الجينات على خريطة الجينات بحساب:

١- عدد وحدات DNA المتكرر ٢- معدل العبور الكروموسومى

٣- عدد النيوكليوتيدات ٤- عدد الروابط التساهمية على جزىء DNA

٤٢) يمكن إكثار الأنواع المضادة الأحادية عن طريق استخدام:

١- تفاعل البلمرة المتسلسل ٢ - الخلايا السرطانية

٣- البلازميد ٤- الباكيلوفيروس

ثالثا: قسم الأمثلة السالبة للمفاهيم

١) جميع ما يلى من تقنيات التكنولوجيا الحيوية المعاصرة ما عدا:

١ - تفاعل البلمرة المتسلسل ٢- إصلاح عيوبDNA

٢ - تــهجين DNA ٤- DNA معاد الاتحاد

٢)- فى الخلية جميع العضيات التالية تحتوى على الأحماض النووية ما عدا:

١- الميتوكوندريا ٢- النوية ٣- الشبكة الإندوبلازمية ٤- النواة

٣) جميع ما يلى من مكونات النواة ما عدا:

١- tRNA ٢- الكروماتين ٣- DNA ٤- النوية

٤)- جميع ما يلى من خصائص الكروموسوم ما عدا:

١- موقع السنترومير ثابت لجميع الكروموسومات ٢- يحد السنترومير تيلومير

٣- تتكون من سنترومير وذراعين ٤- ثابتة فى النوع الواحد

٥)- جميع ما يلى من خصائص البلازميد ما عدا:

١- يستخدم كناقل فى الهندسة الوراثية ٢- يمكن عزله بسهولة من البكتيريا

٣- يتضاعف بسرعة فائقة ٤- جسم كبير الحجم ليس له القدرة على التكاثر

٦) جميع ما يلى من مكونات المحتوى الجينى ما عدا:

١- DNA ٢- DNA المتكرر ٣-الجينات المتحركة ٤- RNA الناقل

٧) جميع ما يلى عبارة عن تتابعـــات من النيوكليوتيـــدات توجد على DNA ولا تمثـــل شـــفرة وراثيـــة ما عدا:

١- الجينات المتحركة ٢- الأكسونات ٣- DNA المتكرر ٤- الإنترونات

٨) تتميز الجينات المتحركة بجميع ما يلى ما عدا:

١- أنـــها لا تمثل شفرة وراثية ٢- أنـــها تعتبر جزءًا من المحتوى الجينى

٣- أنـــها تمثل شفرة وراثية ٤- تسبب تغير صفات المقاومة فى النبات

٩) - من وظائف الجينات جميع ما يلى ما عدا:

١- الانقسام ٢- الترجمة ٣- النسخ ٤- التضاعف

١٠) - جميع ما يلى من خواص المادة الوراثية ما عدا:

١- أنـــها تتمثل فى البروتينات وDNA

٢- أنـــها تتمثل فى الدهون والكربوهيدرات فى الخلية

٣- أنـــها تتمثل فى بروتينات الخلية

٤- أنـــها تتمثل فى DNA فى الخلية

١١)- جميع ما يلي من مميزات الحمض النووي الديؤكسي ريبوزي ما عدا:

١- يحمل المعلومات الوراثية
٢- عدم الثبات
٣- تحدث به طفرات
٤- له القدرة على التكاثر

١٢)- جميع ما يلي من خصائص RNA ما عدا:

١- يتكون من ثلاثة أنواع
٢- يمثل المادة الوراثية لجميع الكائنات الحية
٣- يتكون من السكر الخماسي الريبوزي
٤- تحل فيه قاعدة اليوراسيل محل قاعدة الثايمين

١٣)-جميع ما يلي من طرق تكاثر DNA ما عدا:

١- طريقة التكاثر المشتت
٢- طريقة التكاثر المحافظ
٣- طريقة التكاثر العشوائي
٤- طريقة التكاثر شبه المحافظ

١٤) يمكن إصلاح عيوب الجزء التالف من الـ DNA في جميع الحالات التالية ما عدا في حالة:

١- تلف الجزء المقابل
٢- عدم تلف الجزء المقابل
٣- وجود قالب الإصلاح
٤- توفر إنزيمات الإصلاح

١٥) جميع الطفرات التالية تورث ما عدا الطفرات الناشئة عن:

١- إعادة ترتيب النيوكليوتيدات
٢- حدوث تلف في DNA
٣- تغيير عدد الكروموسومات
٤- أخطاء في تضاعف DNA

١٦) جميع ما يلي من خواص الشفرة الوراثية ما عدا:

١- تتكون من مجموعة كودونات متتابعة
٢- أنـــها تتكون من ثلاث قواعد نيتروجينية
٣- تعتبر النظام المحدد لنوع البروتين المرغوب بناؤه
٤- ينتج عنها تكوين سلسلة من الأحماض الأمينية

١٧)- التعبير الجيني يعني جميع ما يلي ما عدا:
١- قدرة DNA بالقيام بعملية النسخ
٢- قدرة DNA بالقيام بعملية التهجين
٣- قدرة DNA بالقيام بعملية الترجمة
٤- قدرة DNA بالقيام بعملية إزالة الأجزاء غير المشفرة

١٨) جميع ما يلي يلزم لنسخ DNA ما عدا:
١- إنزيم البلمرة ٢- قالب DNA ٣-المحفز ٤- إنزيم البلمرة العكسي

١٩) يلزم لاتمام عملية تـهذيب الشفرة الوراثية جميع ما يلي ما عدا:
١- وجود mRNA ٢- إزالة الإنترونات
٣- إزالة الأكسونات ٤- وجود الإنزيمات اللازمة

٢٠) تتضمن عملية ترجمة الشفرة الوراثيةجميع ما يلي ما عدا:
١- تكوين mRNA الرسول ٢- اتصال الريبوسوم بالرسول
٣- نقل الكودون المضاد ٤- التعرف على الكودون

٢١)- عملية تخليق البروتين يحدث بـها جميع ما يلي ما عدا:
١- ترجمة الشفرة الوراثية فى النواة ٢- ربط mRNA على الريبوسوم
٣- نقل الكودون المضاد بواسطة tRNA ٤- ترجمة الشفرة الوراثية على الريبوسومي

٢٢)- جميع ما يلي من أشكال التكاثر اللاجنسي ما عدا:
١- التوالد البكري ٢- التبرعم ٣- الانشطار الثنائي ٤- الاقتران

٢٣)- تتضمن عملية التكاثر الجنسي العمليات التالية ما عدا:
١- التلقيح ٢- تكوين الجراثيم ٣- الإخصاب ٤- تكوين الأمشاج

٢٤) يتم النقل الجينى التقليدى فى البكتيريا بجميع الطرق التالية ما عدا طريقة:

١- الاقتران الوراثى ٢- التحول الوراثى ٣- تكوين الجراثيم ٤- الاستقطاع الوراثى

٢٥) يلزم لإتمام عملية الاقتران الوراثى جميع ما يلى ما عدا:

١- وجود المعطى ٢- Ti-Plasmid ٣- وجود F-Plasmid ٤- وجود المستقبل

٢٦) ينتج عن عملية الاستقطاع الوراثى جميع ما يلى ما عدا:

١- تحطم خلية البكتيريا ٢- تكامل المادة الوراثية للبكتيريا مع الباكتيروفاج

٣- تكوين بروفاج ٤- عملية نقل جينى جديد

٢٧)- يمكن عزل الجينات عن طريق عزل الجينات التالية ما عدا جزىء:

١-mRNA ٢- البلازميد ٣-DNA ٤-tRNA

٢٨)- جميع العمليات التالية هى من عمليات معالجة الجينات ما عدا عملية:

١- قطع و لصق DNA ٢- معرفة تتابعات النيوكليوتيدات

٣- إصلاح عيوب DNA ٤- تـــهجين DNA

٢٩)- تتم عملية النقل الجينى بعدة صور، ومنها جميع ما يلى ما عدا:

١- التزاوج ٢- العبور ٣- الانقسام الخلوى ٤- التبرعم

٣٠)- جميع ما يلى من خصائص البلازميد Ti-Plasmid ما عدا:

١- يتكون من DNA ٢- يستخدم فى نقل الجينات

٣- سريع الانقسام ٤- لا يحمل جينات ممرضة

٣١)- تقوم لاقمات البكتيريا بجميع ما يلى من عمليات ما عدا:

١- الاستقطاع الوراثى ٢- تحليل البكتيريا ٣- نقل الجينات ٤- التحول الوراثى

٣٢)- لا تحتوى الفيروسات الارتجاعية على جميع ما يلى ما عدا:
١- الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى ٢- الحمض النووى الريبوزى
٣ - الباكيلوفيروس ٤- البلازميد

٣٣) يلزم لاتمام دمج البروتوبلاست اى مما يلى ما عدا:
١- تكوين hybridoma ٢- وجود مصدر كهربى
٣- تكوين hybrid ٤- تكوين Cybrid

٣٤) يلزم لإتمام تـــهجين DNA جميع ما يلى ما عدا:
١- وجود مصدر كهربى ٢- فك ارتباط شريطى الــ DNA
٣- تزاوج أشرطة DNA ٤- وجود مصدر حرارى

٣٥) يلزم لإتمام تكوين DNA معاد الاتحاد الحصول على جميع ما يلى ما عدا:
١- البكتيريا ٢- البلازميد ٣- mRNA ٤- DNA

٣٦) جميع التقنيات التالية تستخدم لتضاعف المادة الوراثية ما عدا تقنية:
١- الكلونة ٢-DNA معاد الاتحاد
٣- زراعة الخلايا و الأنسجة ٤- تفاعل البلمرة المتسلسل

٣٧)- جميع ما يلى من تطبيقات تفاعل البلمرة المتسلسل ما عدا:
١- الخرائط الوراثية ٢- البصمة الوراثية ٣- الأجسام المضادة الأحادية ٤- الكلونة

٣٨) يلزم لتكوين DNA المكمل وجود جميع ما يلى ما عدا:
١- قالب mRNA ٢- إنزيم النسخ العكسى ٣- المحفز ٤- قالب DNA

٣٩) يمكن فى تقنية زراعة الخلايا و الأنسجة النباتية زراعة جميع ما يلى ما عدا:
١- زراعة الأجسام المضادة ٢- زراعة البروتوبلاست
٣- زراعة المتك ٤ - زراعة الأجنة

٤٠) يلزم لإتمام تكوين البصمة الوراثية أى مما يلى ما عدا:

١- تكبير الـ DNA   ٢- تفاعل البلمرة المتسلسل

٣- تـهجين الـ DNA   ٤- إنزيم البلمرة

٤١) جميع ما يلى من خصائص الخرائط الجينية ما عدا:

١ - تمثل عرض بيانى للمسافات النسبية بين الجينات.

٢ - تقاس بالسنتيمورجان .

٣ - تمثل عرض بيانى لعدد الكروموسومات.

٤ - تحسب بحساب معدل العبور بين الكروموسومات.

٤٢) يلزم لإنتاج الأجسام المضادة الأحادية جميع ما يلى ما عدا:

١- الإنتيجين   ٢ - كرات الدم الحمراء   ٣- الخلية السرطانية   ٤ - **بيئة مغذية**

مفتاح التصحيح لاختبار المفاهيم

أولاً: قسم مصطلحات المفاهيم				ثانيًا: قسم خصائص المفاهيم				ثالثًا: قسم الأمثلة السالبة للمفاهيم			
س	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س	ج	س	ج
١	٢	٣٠	٣	١	٣	٣٠	٣	١	٢	٣٠	٤
٢	٢	٣١	٢	٢	٢	٣١	١	٢	٢	٣١	٤
٣	١	٣٢	١	٣	٤	٣٢	٢	٣	١	٣٢	٢
٤	٣	٣٣	٤	٤	٣	٣٣	٣	٤	١	٣٣	١
٥	١	٣٤	١	٥	٣	٣٤	٢	٥	٤	٣٤	١
٦	٤	٣٥	٣	٦	٤	٣٥	٤	٦	٤	٣٥	٣
٧	١	٣٦	١	٧	١	٣٦	٢	٧	٢	٣٦	٢
٨	٢	٣٧	١	٨	١	٣٧	٤	٨	٣	٣٧	٣
٩	٤	٣٨	٢	٩	٣	٣٨	٣	٩	١	٣٨	٤
١٠	٢	٣٩	١	١٠	١	٣٩	١	١٠	٢	٣٩	١
١١	١	٤٠	١	١١	٢	٤٠	٣	١١	٢	٤٠	٣
١٢	٤	٤١	٤	١٢	٢	٤١	٢	١٢	٤	٤١	٣
١٣	٤	٤٢	٢	١٣	٣	٤٢	٢	١٣	٣	٤٢	٢
١٤	٣			١٤	١			١٤	١		
١٥	٢			١٥	٢			١٥	٣		
١٦	١			١٦	٤			١٦	٢		
١٧	٣			١٧	١			١٧	٢		
١٨	١			١٨	٣			١٨	٤		
١٩	٢			١٩	٣			١٩	٣		
٢٠	٤			٢٠	٢			٢٠	١		
٢١	١			٢١	٤			٢١	١		
٢٢	٤			٢٢	١			٢٢	٤		
٢٣	٣			٢٣	١			٢٣	٢		
٢٤	٣			٢٤	١			٢٤	٣		
٢٥	١			٢٥	٢			٢٥	٢		
٢٦	٢			٢٦	٣			٢٦	١		
٢٧	٣			٢٧	٣			٢٧	٤		
٢٨	١			٢٨	٤			٢٨	٣		
٢٩	٤			٢٩	١			٢٩	٢		

ثالثًا: مواقع البحث على الشبكة الدولية للمعلومات

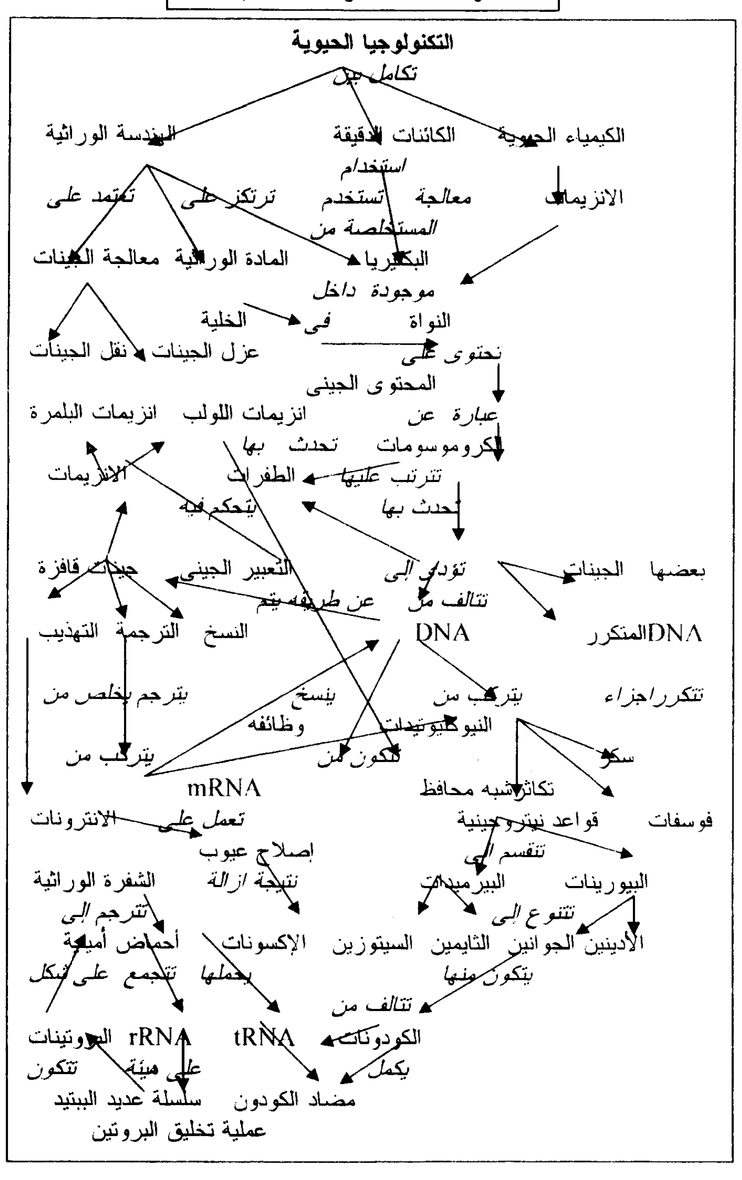
مواقع عامة مفيدة للبحث فى مجال التكنولوجيا الحيوية على الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت)

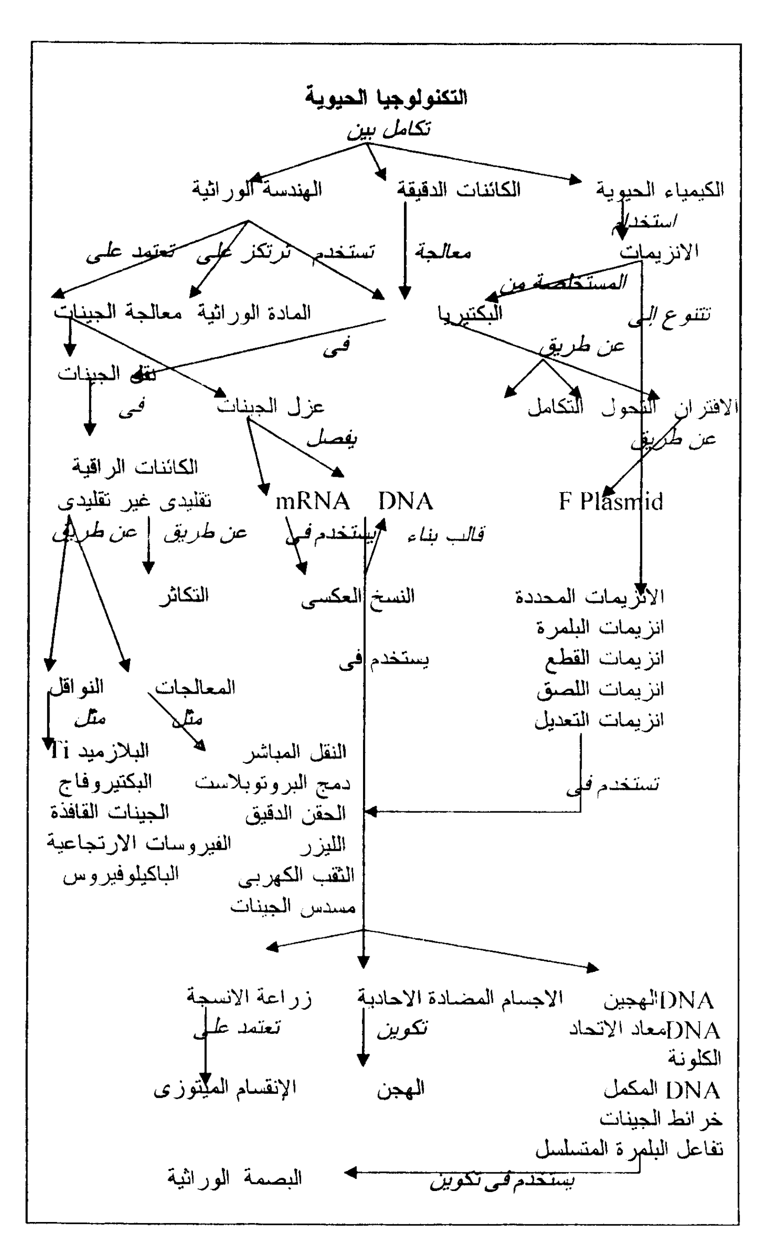
http://www.yahoo.com
http://www.lycos.com
http://www.bio.net
http://www.usda.gov

مواقع متخصصة فى التكنولوجيا الحيوية

http://galaxy.einet.net/galaxy.html
http://www.w3.org/hypertext/DataSources/bySubject/Overvie
.w.html
http://www.lights.com/gaba/index.html
http://www.bio.com/bc/bio/foodrep8.html
http://nbiap.biochem.vt.edu
http://www.enews.com
http://fas-www.harvard.edu/~blom/bioethics.html
http://www.tamu.edu/cbpe
http://www.nchgr.nih.gov
http://www.aladdin.co.uk/cfinney/biosis/welcomehtml
http://www.ibc.nrc.ca/ibc
http://www.aba.asn.au
http://www.data-transport.com

رابعاً: مثال لخريطة مفاهيم





التكنولوجيا الحيوية
تكامل بين
الكيمياء الحيوية
الكائنات الدقيقة
الهندسة الوراثية
استخدام
الانزيمات
معالجة
تستخدم
ترتكز على
تعتمد على
المستخلصة من
البكتيريا
المادة الوراثية
معالجة الجينات
تتنوع إلى
عن طريق
فى
نقل الجينات
عزل الجينات
الافتران
التحول
التكامل
فى
يفصل
عن طريق
الكائنات الراقية
تقليدى غير تقليدى
mRNA
DNA
F Plasmid
عن طريق
عن طريق
يستخدم فى
قالب بناء
التكاثر
النسخ العكسى
الانزيمات المحددة
انزيمات البلمرة
يستخدم فى
انزيمات القطع
انزيمات اللصق
انزيمات التعديل
النواقل
المعالجات
مثل
مثل
البلازميد Ti
النقل المباشر
البكتيروفاج
دمج البروتوبلاست
تستخدم فى
الجينات القافذة
الحقن الدقيق
الفيروسات الارتجاعية
الليزر
الباكيلوفيروس
الثقب الكهربى
مسدس الجينات
زراعة الانسجة
الاجسام المضادة الاحادية
DNA الهجين
DNA معاد الاتحاد
تعتمد على
تكوين
الكلونة
الإنقسام الميتوزى
الهجن
DNA المكمل
خرائط الجينات
تفاعل البلمرة المتسلسل
البصمة الوراثية
يستخدم فى تكوين

خامسًا: مراجع علمية وتربوية

١- أحمد شوقي حسن، وآخرون (١٩٨٧): مبادئ علم الوراثة – تأليف الدون. ج. جاردنر، بيتر سنستاز- الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة.

٢- أحمد شرف الدين (٢٠٠١): هندسة الإنجاب والوراثة فى ضوء الأخلاق والشرائع – المكتبة الأكاديمية – القاهرة.

٣- أحمد مستجير (١٩٩٨): البيوتكنولوجيا فى الطب والزراعة- سلسلة كراسات علمية – المكتبة الأكاديمية- القاهرة.

٤- ر.س. ليوتين، (١٩٩٧): البيولوجيا كايديولوجية- عقيدة DNA- ترجمة مصطفى إبراهيم فهمى سلسلة كراسات مستقبلية- المكتبة الأكاديمية- القاهرة.

٥-زيدان عبد العال، (١٩٩٧)،: التكنولوجيا الحيوية وأفاق القرن الحادى والعشرين لحماية البيئة ولتنمية زراعية متواصلة ولسد الفجوة الغذائية فى الوطن العربى – دار المعارف – الاسكندرية.

٦- زيدان هندى عبد الحميد، (٢٠٠٢): التكنولوجيا الحيوية والجزيئية فى مجابهة الآفات الزراعية والإجهادات البيئية – كانزا جروب – القاهرة.

٧- سامية التمامى،(١٩٩٦): الوراثة البشرية الحاضر والمستقبل - مركز الأهرام للترجمة والنشر- القاهرة.

٨- عبد الباسط الجمل(١٩٩٨)،: الهندسة الوراثية الأمل والألم- الهيئة المصرية العامة للكتاب- القاهرة.

٩- عبد الباسط الجمل، (١٩٩٩): الهندسة الوراثية وأبحاث السرطان- دار الندى – القاهرة.

١٠- علي محمد علي عبد الله، (١٩٩٩): التلوث البيئي والهندسة الوراثية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.

١١- محمد كمال البحر، فؤاد عبد الرحيم أحمد، محمود محمد صقر، (١٩٩٩): التكنولوجيا الحيوية النباتية- زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية- الشركة العربية للنشر والتوزيع - القاهرة.

١٢- وجدي عبد الفتاح سواحل، (١٩٩٩): ثورة الهندسة الوراثية - سلسلة الكتب المتخصصة - الطبعة الأولى - مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

13- Alberts B. and others (1997): Essential Cell Biology-An Introduction to the Molecular Biology of the cell-Published by Garland Publishing-New York- pp.189-198, 224-234, 552-560

14- Hepfer,C.E &others (1993): An Introduction to DNA Fingerprinting - American Biology Teacher- Vol.55 – N.4 p 216-221 April.

15- John E. Smith, 1988: Biotechnology –Third Edition- University Press- New York – Cambridge

16- Lee, T. (1996): Biotechnology Education and the Internet - Office of Education research and Improvement – Washington.

17- McInerney, J.D. (1989): Teaching Biotechnology in Schools Round table conference on biotechnology education – Sendorf – germany – August 27-30.

18- McInerney, J. D. (Ed.). (1990). Teaching biotechnology in schools. Science and technology education document series No. 39. Paris: UNESCO. [ED 352 250.

19- Paolella, M.J. (1991). Biotechnology outlines for classroom use. American Biology Teacher, 53(2), 98-101.

20- Mayo, L.T. and others (1993): Microscope Titration and Extraction of DNA from Liver – American Biology Teacher , V55 n2 P 100 – 01

21- Moss,R. & Solomon,S. (1991): Mammalian cell Culture Simplified – American Biology Teacher – Vol.53 –N.5 p287 -289- May.

22- NSTA: National Science teacher Association (1982): Science Technology Society: Education for the 80's (position Statement) NSTA- Washington,Dc

23- Oakley , - Claire – R (1994): Using sweat Socks and Chromosomes to Illustrate Nuclear Division – American Biology Teracher , V56 nce P238.

24- Rasmussen, A.M.& Matheson, R.H. (1990): A Source Book of Biotechnology Activities, National Association of Biology Teacher, Washington , DC.

25- Seidman Lisa A.. 2000: Basic Laboratory Methods for Biotechnology – Text book and Laboratory Reference – Prentice Hall- New Jersey.

خاتمة الكتاب

أما بعد فإن هذا الكتاب خلاصة مجموعة من القـــراءات فى مجـــال التكنولوجيـــا الحيوية، ومجال طرق تدريس العلوم، ومجال استخدام الوسائط التكولوجية فى التعليم. كما أن الأفكار المقترحة التى وردت به هى تجميع وتلخيص لبعض الأفكار التى وردت فى رسالة الدكتوراه الخاصة بالمؤلفة.

وأود أن أشير هنا إلى أن الاستراتيجية التدريسية المقترحة بـــهذا الكتاب قـــد تم اختبارها عمليًا فى المدرسة الثانوية. وذلك بتطبيق وحدة دراسية بعنوان "التعبير الجينى" والتى ورد ذكرها فى فصل تنظيم المحتوى. وقد تم التطبيق فى عدة مـــدارس حكوميـــة بواسطة مجموعة من معلمى البيولوجيا. وقد أوردت بعض صور من التطبيق الميدانى فى عدة فصول أثناء ممارسة مجموعة متنوعة من الأنشطة التعليمية المتـــضمنة فى طريقـــة التدريس . وقد أبدى المعلمون الذين طبقوا هذه الطريقة تعاونًا مشكورًا كما أكـــدوا فاعلية هذه الطريقة فى تدريس المفاهيم البيولوجية المعاصرة. وقد أكدوا علـــى أهميـــة تضمين التطبيقات والقضايا المعاصرة أثناء تدريس الموضوعات البيولوجية لما لهـــا من أثر فى تعميق الفهم لدى الطلاب، وتكوين اتجاهات إيجابيـــة عندهم، وتنمية الـــتفكير الناقد لديهم.

وبالنسبة لإجراء المعلمين لتجربة استخلاص المادة الوراثية DNA من البصلة فقـــد جاءت ذات فاعلية عالية فى جذب انتباه الطلاب وحماسهم على تجربتها بأنفسهم كما زادت من دافعيتهم للبحث عن تجارب أخرى والميل للتجريب العلمى.

وإنـــى أود تركيز انتباه المعلمين على أهمية تضمين التجارب المعملية فى التدريس كلما أمكن ذلك. كما أود الإشارة إلى أهمية أن يجرب المعلم القيام بالتجارب المعملية البسيطة قبل عرضها على الطلاب للتأكد من نجاحها وللتمكن مـــن ضـــبط جميـــع الظروف المحيطة بـــها. كما أود الإشارة إلى أهمية تضمين أنشطة تعليمية باســـتخدام الوسائط الإلكترونية وعدم إهمالها من قبل المعلمين. وذلك لفعاليتها فى تنمية مهـــارات البحث لدى الطلاب ولما تحمله من إمكانات بصرية وسمعية فرديـــة، كمـــا أنـــــها أصبحت أحد مصادر المعرفة الأساسية.

د. تـــفيـــده غـــانـــم

المراجع

١- الخبراء

مجموعة الأساتذة والخبراء فى المجال الذين ساهموا فى تذويدى بالمراجع والمحاضرات والصور المعملية والميكروسكوبية:

١- أ.د. عبد الفتاح محمد عطا الله: أستاذ المناعة الوراثية بجامعة جورج واشنطن سابقًا ومدير مركز أبحاث التكنولوجيا الحيوية بدمياط الجديدة.

٢- أ.د. عزت محمد حسين: أستاذ أمراض النبات بمعهد أمراض النبات مركز البحوث الزراعية جامعة القاهرة.

٣- أ.د. سمير عبد العزيز إبراهيم: أستاذ الوراثة بمركز الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بكلية الزراعة جامعة عين شمس.

٤- أ.د. مصطفى كامل العوضى: رئيس قسم التكنولوجيا الطبية الحيوية بالمركز القومى للبحوث.

٥- د. محمد عفيفى عفيفى: أستاذ مساعد ورئيس قسم الباراسيتولوجى بكلية الطب جامعة القاهرة فرع بنى سويف.

6- D. Michael J. Reiss: Professor of Science Education and Head of the School of Mathematics, Science and Technology, Institute of Education University of London.

7- D. Akira Hase: Professor of Biology Hokkaido University of Education Hakodate campus.

٢- الكتب والدراسات

١) المراجع العربية

١- أحمد شوقى حسن، وآخرون (١٩٨٧): مبادئ علم الوراثة – تأليف الدون. ج. جاردنر ، بيتر سنستاز- الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة.

٢- أحمد شرف الدين (٢٠٠١): هندسة الإنجاب والوراثة فى ضوء الأخلاق والشرائع – المكتبة الأكاديمية – القاهرة.

٣- أحمد مستجير (١٩٩٨): البيوتكنولوجيا فى الطب والزراعة- سلسلة كراسات علميـة – المكتبة الأكاديمية- القاهرة.

٤- إبراهيم عبد الفتاح محمود يونس (١٩٩١): برنامج مقترح لتطوير تدريب المعلمين علـى استخدام تكنولوجيا التعليم بأسلوب التدريس المصغر – رسالة دكتوراه – كلية البنات – جامعة عين شمس.

٥- أحمد النجدى، على راشد، منى عبد الهادى ١٩٩٩: تدريس العلوم فى العـالم المعاصـر- المدخل فى تدريس العلوم – دار الفكر العربى القاهرة- ص ٢٨٧. ص ص ١١٣-١١٤.

٦- أحمد شوقى (١٩٩٥) : التربية والبيولوجيا : إشكالية متجددة – مستقبل التربية العربية – المجلد الأول – العدد الأول ص ٢٢٧ – ٢٣٠.

٧- أحمد مختار سليمان شبارة (١٩٩٨) : فاعلية برنامج قائم على مدخل التحليل الأخلاقى فى تنمية فهم معلمى البيولوجيا – فى أثناء الخدمة لبعض القضايا البيوأخلاقيـة واتجاهاتـهم نحوها – "الجمعية المصرية للتربيـة التعليمية – المؤتمر العلمى الثانـى "- المجلـد الأول – ص ص ١ - ٥٣.

٨- إدوارد دى بونو (١٩٨٩) : تعليم التفكير – مؤسسة الكويت للتقدم العلمـى – ط : ترجمة عادل عبد الكريم وآخرون – ص ٢١٧-٢٢٤.

٩- السيد محمد السايح (١٩٩٧) :" الكفايات اللازمة لمعلم العلوم فى ضوء متطلبات مقترحة لتدريس العلوم بمراحل التعليم العام " – رؤية مستقبلية – الجمعية المصرية للتربية العلمية – المؤتمر العلمى الأول – المجلد الثانى ص ص ١٩٧ – ٢٤٣.

١٠-التربية والتعليم ٢٠٠٢: ملامح تطوير التعليم قبل الجامعى فى ضوء القرارات الوزارية فى عشر سنوات الفترة من ١٩٩٠ حتى ٢٠٠٠- مجلة التربية والتعليم - العدد السادس والعشرون خريف ٢٠٠٢ص ١٦.

١١-إيزيس محمود إبراهيم رضوان (١٩٨٣) : " أثر استخدام الطريقة المعملية فى تدريس البيولوجيا على تنمية التفكير العلمى لدى طلاب المدرسة الثانوية " — رسالة ماجستير — كلية التربية — ج.ع.ش.

١٢- إيزيس محمود رضوان (١٩٩١) : " تطوير منهج البيولوجيا فى المرحلة الثانوية فى ضوء التكنولوجيا الحيوية " — رسالة دكتوراه — كلية التربية — ج.ع.ش.

١٣- نفيده سيد أحمد غانم (٢٠٠٤): برنامج لتدريب معلمي العلوم البيولوجية من بعد في تدريس المفاهيم والتطبيقات والقضايا البيولوجية المعاصرة وأثره على طلابهم، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة عين شمس.

١٤- تمام إسماعيل تمام، وآخرون (١٩٩٧): الاتجاهات المستقبلية فى تدريس العلوم وتكنولوجيا التعليم، أسيوط- مطبعة الأوفست الحديثة.

١٥- جامعة عين شمس (١٩٩٨): ورشة عمل حول التكنولوجيا الحيوية.

١٦- والتعليم مركز تطوير تدريس العلوم والرياضيات ٢٦-٢٧ اكتوبر ١٩٩٨.

١٧- حمدى السيد عبدالله (١٩٩١) : " الاحتياجات التدريسية أثناء الخدمة لمعلمى المرحلة الثانوية العامة بمحافظة سوهاج "- رسالة دكتوراه — كلية التربية — جامعة أسيوط .

١٨- خليل يوسف الخليلى وآخرون (١٩٩٦): تدريس العلوم فى مراحل التعليم العام — دبى — دار القلم — ص ٣٢٤.

١٩- ر.س. ليوتين، (١٩٩٧): البيولوجيا كايديولوجية- عقيدة DNA- ترجمة مصطفى إبراهيم فهمى سلسلة كراسات مستقبلية- المكتبة الأكاديمية- القاهرة.

٢٠- رجب السيد عبد الحميد الميهى (٢٠٠٢): فعالية استراتيجية مقترحة لتجهيز المعلومات فى تدريس المستحدثات البيولوجية لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم ذوى أساليب التعلم المختلفة — مجلة التربية العلمية — المجلد الخامس — العدد الثانى — شهر يونيه- ص ص ٩٧-١٢٣

٢١- زيدان عبد العال، (١٩٩٧)،: التكنولوجيا الحيوية وآفاق القرن الحادى والعشرين لحماية البيئة ولتنمية زراعية متواصلة ولسد الفجوة الغذائية فى الوطن العربى – دار المعـــارف – الاسكندرية.

٢٢- زيدان هندى عبد الحميد، (٢٠٠٢): التكنولوجيا الحيوية والجزيئية فى مجابـــهة الآفـــات الزراعية والإجهادات البيئية – كانزا جروب – القاهرة.

٢٣- زاهر أحمد ١٩٩٧ : تكنولوجيا التعليم تصميم وإنتاج الوسائل التعليمية - الجزء الثـــانى المكتبة الأكاديمية ص ٤٣٧.

٢٤- زاهر أحمد (١٩٩٦): تكنولوجيا التعليم كفلسفة ونظـــام – الجـــزء الأول – المكتبـــة الأكاديمية.

٢٥- سامية التمامى،(١٩٩٦): الوراثة البشرية الحاضر والمستقبل – مركز الأهــرام للترجمـــة والنشر-القاهرة.

٢٦- سعيد حامد محمد يحيى (١٩٩٢) :" دراسة لبعض المتغيرات المـــؤثرة فى إســـتراتيجيات إكتساب المفاهيم الكيميائية لدى طلاب المرحلة الثانوية " – رسالة دكتـــوراه – كليـــة التربية – جامعة الزقازيق.

٢٧- سمية عزمى رشاد المحتسب (١٩٩٤) : " برنامج تدريبـــى لمعلمى العلـــوم فى مرحلـــة التعليم الأساسى بالأردن لتحسين أدائهم الصفى فى ضوء العلم وعملياتـــه " – رســـالة دكتوراه – كلية التربية – ج.ع.ش

٢٨- طاهرة صدقى راشد على (١٩٩٩): برنامج مقترح لتحسين تدريس الثقافة البيولوجية من خلال مناهج المرحلة الثانوية – رسالة ماجستير – كلية التربية بالفيوم – جامعة القاهرة.

٢٩- عبد الباسط الجمل(١٩٩٨)،: الهندسة الوراثية الأمل والألم- الهيئة المصرية العامة للكتاب- القاهرة.

٣٠- عبد الباسط الجمل، (١٩٩٩): الهندسة الوراثية وأبحاث السرطان– دار الندى – القاهرة.

٣١- عايش محمود زيتون (١٩٩٩): أساليب تدريس العلوم – الطبعة الثالثـــة- دار الـــشروق للنشر والتوزيع- عمان.

٣٢- عبادة أحمد عبادة الخولى (١٩٩٤) : أثر الأكتشاف الموجه والتجارب المعملية فى تنمية المهارات العملية – ومهارات التفكير العلمى لدى طلاب طلاب الصف الأول الثـانوى الصناعى – دراسة تجريبية – رسالة دكتوراه – كلية التربية – جامعة أسيوط.
٣٣- على محمد على عبد الله، (١٩٩٩): التلوث البيئى والهندسة الوراثية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.
٣٤- على محمد عبد المنعم (١٩٩٢): تكنولوجيا التعليم والتجديد التربوى –جامعة الأزهـر– كلية التربية – القاهرة – ص ٨.
٣٥- فاطمة عيسى إبراهيم (١٩٩١) : استخدام أسلوب التعلم للتمكن فى تدريس وحـدة الوراثة فى مقرر الأحياء فى المرحلة الثانوية – رسالة ماجستير – كلية البنات – ج.ع.س.
٣٦- فتحى الديب (١٩٨٦): الاتجاه المعاصر فى تدريس العلوم – دار القلم – الكويت – ص ص ٩٨-١١٢.
٣٧- فتحى مصطفى الزيات (١٩٩٥) : الأسس المعرفية للتكوين العقلى وتجهيز المعلومات – المنصورة – مطابع الوفاء – ط : ص ص ٢٠٠ – ٢٠٤.
٣٨- فؤاد أبو حطب وآمال صادق (١٩٩٠) : نمو الإنسان من مرحلة الطفولة إلى مرحلـة المسنين– مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ط٢ – ص ص ٣٦٩ – ٣٧٦.
٣٩- ماجدة محمد يوسف (١٩٩١): تقويم منهج البيولوجيا فى المرحلة الثانوية من حيث مدى استيعابه لبعض القضايا الاجتماعية – رسالة دكتوراه- معهد الدراسات والبحوث التربوية – جامعة القاهرة.
٤٠- محمد السيد على (٢٠٠٢): التربية العلمية وتدريس العلـوم – دار الفكـر العـربى – القاهرة- ٢١٥-٢٢٠، ٢٢١-٢٢٨، ٢٢٩-٢٣٧.
٤١- محمد صابر سليم (١٩٨٨) :" تدريس القيم البيولوجية فى دولة نامية – دراسة حالة" – دراسات فى المناهج و طرق التدريس – العدد الثالث – الجمعية المصرية للمناهج و طرق التدريس – يناير ١٩٨٨ – ص ص ١٢٦ – ١٣٩.

٤٢- محمد عبد الحميد شاهين (١٩٩٨): مع ثورة العلوم البيولوجية هل نحن فى حاجة إلى تربية بيولوجية – الجمعية المصرية للتربية العلمية – المؤتمر العلمى الثانى – المجلد الثانى – ص ص ٧٦٥ – ٧٦٩ .

٤٣- محمد عبد الرازق عبد الفتاح هيبة (١٩٩٧): " فعالية برنامج الإعداد الأكاديمى لمعلمى البيولوجى بكليات التربية فى تحقيق متطلبات التنور البيولوجى لدى الطلاب المعلمين – رسالة ماجستير – كلية التربية – جامعة عين شمس.

٤٤- محمد عبد الرازق عبد الفتاح هيبة (٢٠٠٣): تقويم برنامج الإعداد الأكاديمى لمعلم العلوم للقرن الحادى والعشرين – رسالة دكتوراه – كلية التربية – جامعة عين شمس.

٤٥- محمود عبد الفتاح نصر (١٩٩٠): أثر استخدام أسلوب حل المشكلات فى تدريس الفيزياء على كل من الابتكارية ومستويات النمو العقلى لدى طلاب المرحلة الثانوية – رسالة دكتوراه – كلية البنات – ج.ع.ش .

٤٦- محمد كمال البحر، فؤاد عبد الرحيم أحمد، محمود محمد صقر، (١٩٩٩): التكنولوجيا الحيوية النباتية- زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية- الشركة العربية للنشر والتوزيع – القاهرة.

٤٧- محمد محمود الحيلة (٢٠٠١): طرائق التدريس واستراتيجياته – الطبعة الأولى – دار الكتاب الجامعى – العين – الإمارات العربية المتحدة- ص ص ٣٤٦-٣٥٠.

٤٨- منى عبد الهادى حسين وأيمن حبيب سعيد (١٩٩٨): دراسة عبر قطاعية لنمو مفهوم المادة فى العلوم لدى طلاب مرحلة التعليم الأساسى – مجلة التربية العلمية المجلد الأول- العدد الأول.

٤٩- منى عبد الهادى حسين السعودى (١٩٩١): فعالية برنامج مقترح قائم على التعلم الذاتى فى تنمية فهم بعض مستحدثات التكنولوجيا البيولوجية والقيم والاتجاهات نحوها لدى الطالبة المدرسة (شعبة بيولوجى) بكلية البنات – مجلة التربية العلمية _ المجلد الثانى - العدد الأول فبراير ١٩٩٩- الجمعية المصرية للتربية العلمية.

٥٠- نبيل أحمد عامر (١٩٨١) : دراسات فى إعداد وتدريب المعلمين – القاهرة – مكتبة الأنجلو المصرية – ص ص ٢٦-٤٦.

٥١- نوال محمد شلبي (٢٠٠٠): أثر التفاعل بين كل من بروفيل وأساليب صنع القرار وبعض طرق التدريس على التحصيل وتنمية مهارة اتخاذ القرار في بعض القضايا البيولوجية ذات الطبيعة الجدلية لدى طلاب المرحلة الثانوية – المركز القومي للبحوث التربويـة – مجلـة البحث التربوي – المجلد الأول – العدد الثاني – يوليو ٢٠٠٢ ص ص ٨٨٥-٩٤١.

٥٢- وليد كمال القفاص (١٩٩٣) :" أثر تفاعل طريقتي التدريس المعملية والتقليدية وأسلوب التعلم على إكتساب مهارات التفكير العلمي في مادة الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية " – رسالة ماجستير – كلية التربية – جامعة الزقازيق.

٥٣- وجدي عبد الفتاح سواحل، (١٩٩٩): ثورة الهندسة الوراثية – سلسلة الكتب المتخصصة – الطبعة الأولى – مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

٥٤- يوسف السيد عبد المجيد السيد (١٩٩٢) : " أثر بعض طرق التدريس على كـل مـن التحصيل الأكاديمي وتنمية القدرات الأبتكارية بجانبيها المعرفي والعاطفي في الكيمياء " – رسالة دكتوراه – كلية التربية – جامعة طنطا.

٢) المراجع الأجنبية Reference

53- Abu – Bakar , Kamariah , Tarmizi , Rohani – Ahmed (1995) : Teacher Preparation Concerns : Professional needs of Malayisian Secondary School Science Teachers –Paper Presented at the Annual Meeting of The Association of Education of Teachers in Science (Charleston , w v January 5 – 8, 1995).

54- Alberts B. and others (1997): Essential Cell Biology-An Introduction to the Molecular Biology of the cell-Published by Garland Publishing-New York- pp.189-198, 224-234, 552-560

55- Black P. & Atkin J.M.(1996): Changing The Subject- Innovations in Science, Mathematics and Technology Education- Routledge-London- 51.

56- Bybee, R.W.&Mau T.(1986): Science and Technology Related Global Problems: International Survey of Science Educator-Journal of Research in Science Teaching. Vol.23 No. (7) pp.619-634.

57- Bybee, R.W.& Sund,R.B.(1982): Piaget for Education- Ohaio Charles E. Merrill Publishing Co- Ohaio- p.404.

58- Clemmitt Marcio (1991) : Success of National Labs' Teacher Traning in Question – Scientist , V5 n4 P7,28 Feb18, 1991.

59- Duffy ,M., Zeidller , D. – (1996): The effect of grouping and instructional Strategies on conceptual understanding and critical thinking skills in the secondary Biology Class Room– Paper presented at the annual meeting of The National Association for Research in science Teaching – 69 th st . Louis , April 2 , 1996.

60- Fuller, R.&et al (1982): Piagetion Programs in High Education – University of Nebraska – Lincoll- p.44

61- Gagne R.M. (1970): The Condition of Learning, 2nd Ed. Holtkine Hart& Winston. New York pp.100-125.

62- Geis, P.A. (2002): Science and Technology Policy Issues of Concern to Ohio's Leaders: A Report of the Science Policy Advisory Committee of The Ohio Academy of Science – Ohio Journal of Science Vol. 102- N.4 p67-69 September.

63- Hepfer,C.E &others (1993): An Introduction to DNA Fingerprinting - American Biology Teacher- Vol.55 – N.4 p 216-221 April.

64- John E. Smith, 1988: Biotechnology –Third Edition- University Press- New York – Cambridge

65- Lee, T. (1996): Biotechnology Education and the Internet - Office of Education research and Improvement – Washington.

66- McInerney, J.D. (1989): Teaching Biotechnology in Schools – Round table conference on biotechnology education – Sendorf - germany –August 27-30.

67- McInerney, J. D. (Ed.). (1990). Teaching biotechnology in schools. Science and technology education document series No. 39. Paris: UNESCO. [ED 352 250.

68- Paolella, M.J. (1991). Biotechnology outlines for classroom use. American Biology Teacher, 53(2), 98-101.

69- Mayo, L.T. and others (1993): Microscope Titration and Extraction of DNA from Liver – American Biology Teacher , V55 n2 P 100 – 01 .

70- Moss,R. & Solomon,S. (1991): Mammalian cell Culture Simplified – American Biology Teacher – Vol.53 –N.5 p287 -289- May.

71- NSTA: National Science teacher Association (1982): Science Technology Society: Education for the 80's (position Statement) NSTA- Washington,Dc

72- Novak, J.D. & et al (1983): "The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students"- Science Education, Vol 67. No.5- New York- John wiely and Sons Inc pp.159-662
73- Novak, J.D& Musonda,D. (1991): "A twelve year Longitudinal Study of Science concept Learning" – American Educational Research Journal, Vol 2-8 pp.117-153.
74- Oakley , - Claire – R (1994): Using sweat Socks and Chromosomes to Illustrate Nuclear Division – American Biology Teracher , V56 nce P238.
75- Pedretti E. (1997): Septic crisis: A Case Study of Science, Technology and Society Education in an Elementary School- International Journal of Science Education, Vol 19- No.10 pp.1211-1230
76- Rasmussen, A.M.& Matheson, R.H. (1990): A Source Book of Biotechnology Activities, National Association of Biology Teacher, Washington , DC.
77- Reiegeluth, C. M. (1991): Reflections on the Implications Constructivism– Education Technology Vol.31 No.9 pp.36-37.
78- Robert H. Tamarin, 2002: Principles of Genetics - Seventh Edition – MC Craw Hill –USA
79- Saunders,W,L 91992): " The Constructive Perspective Implications And Teaching Strategies for Science" School Science and Mathematics, Vol.92, No.3, PP136-140.
80- Seidman Lisa A., 2000: Basic Laboratory Methods for Biotechnology – Text book and Laboratory Reference – Prentice Hall- New Jersey.

٣) المصادر الإلكترونية المتاحة على الشبكة الدولية للمعلومات

مواقع عامة

http://www.yahoo.com
http://galaxy.einet.net/galaxy.html
http://www.w3.org/hypertext/DataSources/bySubject/Overview.html
http://www.lycos.com
http://www.bio.net

مواقع للمبتدئين

http://www.gene.com
http://golgi.harvard.edu/biopages.html
http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/Biotech
http://biotech.zool.iastate.edu/Biotech_Public_Ed.html
http://biotech.chem.indiana.edu
http://www.bio.org

مواقع التكنولوجيا الحيوية الزراعية

http://www.lights.com/gaba/index.html
http://www.bio.com/bc/bio/foodrep8.html
http://www.usda.gov
http://nbiap.biochem.vt.edu

مواقع الكتب والمجلات والدوريات

http://www.nova.edu/Inter-Links/library.html
http://www.enews.com

مواقع مجال الأخلاقيات الحيوية

http://fas-www.harvard.edu/~ blom/bioethics.html.
http://www.tamu.edu/cbpe
http://www.nchgr.nih.gov
http://www.aladdin.co.uk/cfinney/biosis/welcome.html

مواقع مجال التكنولوجيا الحيوية

http://www.ibc.nrc.ca/ibc
http://www.aba.asn.au
http://www.data-transport.com

رقم الإيـــداع : ٢٠٠٦/٢٣٧١٩
الترقيم الدولى :
977 - 294 - 380 - 8